



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN
LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM,
INDEPENDENCIA, HUARAZ – 2018”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
CIVIL**

AUTORA:

AZAÑA VELEZ ELIZABETH

ASESOR:

ING. ALCAHUAMAN VILLANUEVA VICTOR ABNER

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

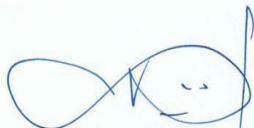
HUARAZ – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **AZAÑA VELEZ ELIZABETH** cuyo título es: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: 15 (número)
BUEN (letras).

Huaraz, lunes, 16 de Julio de 2018



Mgtr. VICTOR ROLANDO ROJAS SILVA
PRESIDENTE



Ing. VICTOR ABNER ALCAHUAMÁN
VILLANUEVA
SECRETARIO



Mgtr. GONZALO HUGO DÍAZ GARCÍA
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a mis padres Elizabeth y Jorge, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi vida y motivarme a seguir creciendo como persona y profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mis padres por guiarme en cada paso de mi vida con valores y afecto.

A mis asesores y docentes universitarios por brindarme, de manera eficaz, los recursos académicos necesarios para mi vida profesional.

A mis compañeros por su amistad, confianza y desprendimiento de sus conocimientos.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo AZAÑA VELEZ ELIZABETH con DNI N° 73142264, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como información aportada por la cual me someto a lo dispuesto de las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Huaraz, Julio del 2018



AZAÑA VELEZ ELIZABETH

PRESENTACIÓN

La presente tesis se titula “ ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM, INDEPENDENCIA, HUARAZ – 2018”, consta de seis (06) capítulos los cuales son: I.-INTRODUCCIÓN, en donde se desarrolló la aproximación temática, el marco teórico, la formulación y justificación del problema y los objetivos del trabajo; II.- MÉTODO; en este capítulo se describe el diseño de la investigación aplicado, el método de muestreo y los aspectos éticos; III.- RESULTADOS, en este capítulo se llevó a cabo el análisis de los datos obtenidos y se detalló los resultados obtenidos; IV.- DISCUSIÓN, en donde se habla acerca de los resultados obtenidos y de la validez de los mismos; V.- CONCLUSIONES; a partir de los datos obtenidos se determinará, de acuerdo a los objetivos a las conclusiones a las que se ha llegado; VI.- RECOMENDACIONES, en este capítulo final se dieron ciertas consideraciones finales para un mayor abordaje del tema de investigación o de observaciones halladas que pudieron ser dadas de una manera distinta.

Este trabajo de investigación tiene por objetivo general desarrollar el análisis entre la alternativa de pavimentación con pavimento flexible respecto a la alternativa con pavimento rígido, en la vía Urbanización El Pinar – Centro Poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018. Y como objetivos específicos cuatro puntos: Realizar los estudios de suelo necesarios de la zona de estudio, según las normativas vigentes, elaborar el diseño del pavimento rígido en la vía Urbanización El Pinar – Centro Poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018, elaborar el diseño del pavimento flexible en la vía Urbanización El Pinar – Centro Poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018, determinar el análisis económico de la estructura de un pavimento rígido y un pavimento flexible en la vía Urbanización El Pinar – Centro Poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018.

ÍNDICE

Acta de sustentación	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Presentación.....	vi
Índice	vii
Resumen	x
Abstract.....	xi
I. Introducción	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Trabajos previos	14
1.2.1. A nivel internacional.....	14
1.2.2. A nivel nacional	15
1.3. Teorías relacionadas al tema.	17
1.3.1. Diseño de pavimentos	17
1.3.2. Métodos de diseño para pavimento.....	17
1.3.3. Evaluación del suelo de la subrasante.....	18
1.3.4. Tipos de pavimentos	21
1.3.4.1. Pavimento asfáltico	21
1.3.4.1.2. Método de diseño para pavimento flexible.....	24
1.3.4.2. Pavimento rígido	26
1.3.4.2.1. Capas de un pavimento de concreto	26
1.3.4.2.2. Método de diseño para pavimento rígido	27
1.3.5. Análisis económico de pavimentos.....	28
1.3.5.1. Método para comparación económica de las alternativas:.....	30

1.4. Formulación del problema	31
1.5. Justificación del estudio	31
1.6. Hipótesis.....	32
1.7. Objetivos	32
1.7.1. Objetivo generales.....	32
1.7.2. Objetivos específicos	32
II. Método	33
2.1. Enfoque, diseño y alcance de la investigación.	33
2.1.1. Enfoque de la investigación	33
2.1.2. Diseño de investigación	33
2.1.3. Alcance de la investigación.....	33
2.2. Variables, operacionalización:	34
2.2.1. Variables:	34
2.2.2. Operacionalización de variables	35
2.3. Población y muestra	36
2.3.1. Población:	36
2.3.2. Muestra	36
2.3.3. Unidad de análisis	36
2.3.4. Criterios de inclusión:	36
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad:	36
2.4.1. Técnica.....	36
2.4.2. Instrumento:	37
2.4.3. Validez y confiabilidad:	37
2.5. Método de análisis de datos	37
2.6. Aspectos éticos.....	38
III. Resultados.	39
3.1. Etapa 1. Suelos	39
3.3. Etapa 3: diseño de pavimento rígido	47

3.4. Etapa 4: evaluación económica	56
IV. Discusión.....	58
V. Conclusiones	60
VI. Recomendaciones.....	61
VII. Referencias.....	62
Anexos.....	64

RESUMEN

La presente tesis consta de seis capítulos los cuales son: i.-Introducción, Método; Resultados, Discusión, Conclusiones; Recomendaciones, la zona de estudio escogida fue la vía Urbanización El Pinar – Centro Poblado de Mariam, Independencia, Huaraz en el año 2018. Esta investigación se enmarca en las teorías dadas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, en los respectivos manuales de ensayo de materiales, secciones y pavimentos; mantenimiento y conservación que se basan en las normas dadas por la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes o por sus siglas en inglés AASHTO; así mismo evalúa económicamente dos alternativas mediante el Valor Actual Neto; utilizando para la investigación métodos cuantitativos no experimental, transversal descriptivo; teniendo como muestra las vías de circulación de la zona de estudio con un total de 1 kilómetro con 132 metros; utilizando como instrumentos método de diseño AASHTO 93, formato de conteo vehicular del ministerio de transporte y comunicaciones, manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos del ministerio de transporte y comunicaciones, el manual de ensayo de materiales del ministerio de transporte y comunicaciones, método del valor actual neto para la comparación económica de las alternativas, finalmente concluyéndose que se cuenta con CBR de 9 apto para subrasante, según el diseño de pavimento flexible se calculó que la carpeta asfáltica necesaria es de 6 cm, la base de 10 cm y la sub base de 20 cm y según el diseño de pavimento rígido la carpeta de rodadura necesaria es de 15 cm y la sub base de 15 cm; finalmente al hacer la evaluación del valor actual neto verificamos que la alternativa económica más conveniente para 20 años de proyección es la del pavimento rígido.

PALABRAS CLAVE:

Pavimento rígido

Pavimento flexible

Valor actual Neto

ABSTRACT

This thesis consists of six chapters which are: i.-Introduction, Method; Results, Discussion, Conclusions; Recommendations, the study area chosen was the urbanization El Pinar - Centro Poblado de Mariam, Independencia, Huaraz in 2018. This research is framed in the theories given by the Ministry of Transport and Communications of Peru, in the respective manuals of testing of materials, sections and pavements; maintenance and conservation that are based on the standards given by the American Association of State Highway and Transportation Officials or by its acronym in English AASHTO; likewise, it economically evaluates two alternatives through the Net Present Value; using non-experimental, cross-descriptive, quantitative methods for research; having as sample the circulation routes of the study area with a total of 1 kilometer with 132 meters; using as an instrument AASHTO 93 design method, vehicle counting format of the ministry of transport and communications, road manual: soils, geology, geotechnics and pavements of the ministry of transport and communications, the materials test manual of the ministry of transport and communications, net present value method for the economic comparison of alternatives, finally concluding that there is a CBR of 9 suitable for subgrade, according to the flexible pavement design it was calculated that the necessary asphaltic binder is 6 cm, the base 10 cm and the sub base of 20 cm and according to the design of rigid pavement the necessary rolling folder is 15 cm and the sub base of 15 cm; finally, when assessing the net present value, we verified that the most convenient economic alternative for 20 years of projection is the rigid pavement.

KEYWORDS:

Rigid pavement

Flexible pavement

Net present value

I. INTRODUCCIÓN

1.1.REALIDAD PROBLEMÁTICA

Sabemos que el pavimento de las vías beneficia tanto a las familias como a las personas independientemente porque facilita el movimiento de bienes e individuos en forma segura además permite un mayor acceso a los empleos, los mercados económicos, la educación, la recreación y la atención sanitaria, lo cual, a su vez, incide positivamente de forma directa e indirecta en la salud de las poblaciones aportando adicionalmente a disminuir las molestias generadas por la expansión del polvo en épocas de verano y las incomodidades de transitabilidad debido a la generación de lodo en épocas de lluvias.

La zona urbana en Perú y en específico en la ciudad de Huaraz, ha tratado de mejorar las áreas de transitabilidad, sin embargo, aún existen muchos sectores urbanos en donde no se han culminado los trabajos de pavimentación; esto muchas veces debido al aumento población que deriva en una necesidad de espacios con fines habitacionales generando un fenómeno de invasión por personas, en su mayoría de bajos recursos, que se asientan de forma desorganizada en áreas carentes de servicios básicos.

La zona de estudio de la presente investigación, la localidad de Mariam, con el transcurso del tiempo ha ido teniendo un incremento poblacional por lo que, de una estancia, se derivó a un caserío y en la actualidad presenta la categoría de centro poblado, y es considerada desde el 2005 como zona de expansión urbana; teniendo en la actualidad un total del 2% de la población del Distrito de Independencia entre sus 5 Anexos: Marián, Cantu, Antaoco, Cachipampa y Rivas.

Por lo mencionado se vuelve necesaria la conversión de la trocha carrozable existente a una zona pavimentada, sin embargo, es importante realizar un análisis técnico económico de las alternativas de pavimentación para poder satisfacer adecuadamente las necesidades poblacionales al mismo tiempo optimizando recursos por lo que la presente investigación desea aportar con la búsqueda de la alternativa más adecuada técnica-económica de los elementos estructurales.

Recordando que “el desempeño del pavimento está íntimamente ligado al comportamiento de los materiales que lo componen ante la acción de las cargas externas independientemente del tipo de pavimento, una adecuada respuesta estructural y funcional

del pavimento depende de la calidad de los materiales, un proceso constructivo responsable, y un programa de mantenimiento oportuno además debemos de considerar que el pavimento debe proveer una superficie de rodadura con la suficiente fricción al contacto con los neumáticos que evite la pérdida de control del vehículo por deslizamiento, especialmente cuando la superficie está húmeda y finalmente entender que los costos son muy importantes al momento de seleccionar el tipo de pavimento, considerando un enfoque integral, el análisis debe incluir todos los costos de inversión durante el ciclo de vida del pavimento: costos de construcción, costos de manteniendo, costo de rehabilitación, y valor remanente. Estos costos se utilizan en el análisis económico para estimar: relaciones costo-beneficio.” (Chang, 2014, p.1).

En conclusión, se entiende que el propósito de la tesis es responder que tan competitiva es una alternativa respecto a la otra, entendiendo por supuesto, que ambas en el aspecto técnico se proyectaron a un comportamiento adecuado.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Según (BRUNO Milton, 2014) en su tesis “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO Y UN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA RUTA S/R: SANTA ELVIRA – EL ARENAL, EN LA COMUNA DE VALDIVIA” tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo entre un pavimento rígido y uno flexible utilizado como alternativa en la pavimentación la ruta Santa Elvira – El Arenal en la comuna de Valdivia, basándose en el comportamiento que tienen cada uno de estos, partiendo de la base de que las dos alternativas, son soluciones satisfactorias para el proyecto de pavimentación, y centrando el análisis en dos factores preponderantes; el factor económico y por otro lado, se expuso el factor funcional, mediante el cual se verificará cuál de los dos pavimentos fue el más apropiado. El proyecto se basó en una investigación descriptiva, presentando las características de los pavimentos rígidos y flexibles, así como sus análisis de costo, sus ventajas y desventajas, siendo el principal método de trabajo, la recolección de datos, como conclusión final, según el estudio y análisis realizado y basándose en los resultados obtenidos se pudo especificar, que para el tramo que une Santa Elvira y El Arenal ubicado en Valdivia en la Región de los Ríos, se elegirá construir un pavimento flexible, el cual es económicamente más rentable en lo que se refiere a inversión inicial, y que cumple satisfactoriamente con las condiciones de diseño, en comparación con el pavimento rígido que presenta una conservación más económica pero de un costo de implementación muy por encima del pavimento flexible”.

Según (Ancalle, Ruben 2007) en su tesis “ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS EN PAVIMENTOS URBANIZACIÓN “LA AURORA””, el presente proyecto tuvo como objetivo realzar un análisis completo tanto técnico como económico, realizándose los siguientes aspectos: el levantamiento topográfico, análisis del suelo, diseño del paquete estructural, costo de la obra e impacto ambiental, concluyendo que en su caso en particular se pudo afirmar que el pavimento rígido fue el más adecuado para la urbanización por ofrecer un mejor comportamiento a las deformaciones, debido a la plasticidad del terreno de

fundación que presenta toda la zona del proyecto, siendo este un factor muy determinante para la elección del tipo de pavimento a aplicarse en este caso y recomendando que la pavimentación de la Urbanización “La Aurora” con la aplicación del pavimento rígido, ya que en la actualidad se está haciendo más frecuente el uso de este tipo de pavimento por los buenos resultados que se han dado y su aplicación es recomendado por el Instituto Boliviano del Cemento y del Hormigón (IBCH), más aun si se tiene en cuenta que el cemento es producido por una fábrica local, generando indirectamente beneficios económicos para el Departamento de Oruro con la ejecución del proyecto”.

1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Según (Becerra, Mario 2013) en su tesis **“COMPARACIÓN TÉCNICOECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE Y RÍGIDA A NIVEL DE COSTO DE INVERSIÓN** que tuvo por objeto demostrar la competitividad de los pavimentos rígidos (concreto), incluso a nivel de costos de construcción inicial (inversión). Para ello, la metodología empleada por un lado fue cuantitativa, por lo que se desarrollaron modelos técnicos y económicos equivalentes para ambas versiones de pavimentos las cuales fueron comparadas, llegó a las siguientes conclusiones de que los pavimentos rígidos, son menos susceptibles a los valores de CBR, pero se comportaron bien, bajo condiciones estables de suelos de fundación. En cuanto al análisis económico, que establece una comparación relativa de costos de inversión (construcción inicial), entre alternativas equivalentes de pavimentos flexibles y rígidos se pudo ver una variación entre ellos de +/- 20%.”

Según (Rengifo, Kimiko 2014) en su tesis **“DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA NUEVA CARRETERA PANAMERICANA NORTE EN EL TRAMO DE HUACHO A PATIVILCA (KM 188 A 189)”**, tuvo como objetivo el diseño del pavimento tanto flexible como rígido considerando para el tipo flexible se utiliza la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la del Instituto del Asfalto (IA), mientras que para el rígido se utilizó también la de la AASHTO y la de la Portland Cement Association (PCA), teniendo como una de

sus conclusiones que haciendo una comparación entre ambas alternativas se obtuvo que el pavimento flexible es más económico que el rígido con un margen de diferencia de casi S/. 260,000 o 19% aproximadamente”.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.

1.3.1. DISEÑO DE PAVIMENTOS

Para poder hablar de diseño de pavimento debemos remontarnos a la construcción “[...] de los primeros caminos, sin embargo, es a partir de la aparición de los vehículos que cobra un impulso mayor, siendo cada vez más sofisticada en términos de los elementos de análisis” (Menéndez, 2012, p.9).

Ahora refiriéndonos propiamente a la definición de diseño de pavimentos, para Menéndez (2012, p.12) “Es el proceso por el cual los componentes estructurales (superficie de rodadura, base, subbase, relleno, subrasante, mejoramientos, etcétera) de un segmento de carretera o vía son determinados para que la vía tenga un comportamiento adecuado para el usuario. Para el diseño se toma en consideración la naturaleza del suelo de fundación, las consideraciones ambientales, densidad y composición del tráfico, y las condiciones de mantenimiento y construcción”.

1.3.2. MÉTODOS DE DISEÑO PARA PAVIMENTO.

Existen diversos métodos aceptados para el diseño de pavimentos entre ellos los principales vienen a ser el método del PCA, qué es un método mecánico empírico que estudia los mecanismos de la evolución de la falla en términos de las propiedades de los materiales de pavimentos y la carga inducida; y el método AASHTO que es un método empírico basado en datos obtenidos en pistas de prueba; además de ello en el Perú se cuenta con normativa nacional dada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Para empezar el proceso de diseño ya sea de pavimento rígido o flexible es necesario en primer lugar hacer una evaluación del suelo y su comportamiento. “La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aun con exigencias de precisión no tendrán mayor sentido para los fines propuestos” (MANUAL DE CARRETERAS - SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS, 2014, p.25)

1.3.3. EVALUACIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE

EXPLORACIÓN DE SUELOS

En este punto será necesario la exploración de suelos y rocas primero deberá efectuarse un reconocimiento amplio del terreno, para esta manera identificar mediante un examen visual el tipo de suelo de estudio. En este punto en donde se deberán de llevar acabo, además la ejecución de calicatas o pozos exploratorios que preferentemente se deberán de realizar teniendo en consideración, según el Manual de Sección, Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones los siguientes puntos:

Modificaciones de la topografía

Por la naturaleza de los suelos

Determinar la zona en que se detecten pobres

Zonas que soportaran terraplenes o rellenos mayor a 5.0 m

Zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural

En zonas de corte.

a. CARACTERIZACIÓN DE LA SUB RASANTE

Teniendo en cuenta del Manual del Ministerio de Transporte y Comunicaciones de secciones, suelos y pavimentos se llevará a cabo calicatas para determinar las características físico-mecánicas de la subrasante. “Las calicatas de ubicaran longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada con una profundidad mínima de 1.5 m” (MANUAL DE CARRETERAS - SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS, 2014, p.26). En este punto se tomará en cuenta el cuadro de número de calicatas para exploración de suelos (Imagen 01 – Ver anexos); esta relación se aplica para pavimentos nuevos como mejoramiento sin distinción.

b. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ENSAYOS DE CBR

De los pozos de exploración realizados se obtendrá el material suficiente para poder realizar los diversos ensayos, esto dependerá del tipo de carretera (IMAGEN 02), esto con el fin de realizar ensayos de módulos de resiliencia o ensayos de CBR para correlacionarlos con ecuaciones de Mr.

c. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS

“Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo con la metodología para construcción de vías, la clasificación se realizará por AASHTO y SUCS” (MANUAL DE CARRETERAS - SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS, 2014, p.28). Se utilizarán signos convencionales según ambos métodos. (IMAGEN 03 Y 04). Se debe tomar en cuenta:

1. LA GRANULOMETRÍA: Distribución de los tamaños que posee el material de muestra de acuerdo, calculando el porcentaje retenido por cada tamiz (3”, 2”, 2 ½ ”, 1”, ¾”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 140, N° 200) (MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES, 2016, p.44).
2. LA PLASTICIDAD: “Es la propiedad de estabilidad de los suelos que poseen los suelos hasta cierto grado de humedad sin disgregarse, depende únicamente de sus finos” (MANUAL DE CARRETERAS - SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS, 2014, p.31). Se trabaja con los límites de Atterberg que establece el grado de sensibilización de un suelo en relación con su humedad, entrando a tallar el límite líquido (LL), que es cuando el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse y el límite plástico (LP), que es cuando el suelo pasa de un estado plástico a semisólido y tiende a romperse. El índice de plasticidad se determina de la diferencia del límite líquido y límite plástico y suele clasificar el suelo según la (IMAGEN N° 05).
3. ÍNDICE DE GRUPO: “Es un índice normado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos, está basado en los límites de Atterberg” (MANUAL DE CARRETERAS - SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS, 2014, p.32), se clasifica según el siguiente cuadro:

Tabla 1. Tabla de Clasificación de la Sub Rasante según su Índice de Grupo

ÍNDICE DE GRUPO	SUELO DE SUB RASANTE
IG MAYOR A 9	INADECUADO
IG ENTRE 4 A 9	INSUFICIENTE
IG ENTRE 2 A 4	REGULAR
IG ENTRE 1 A 2	BUENO
IG ENTRE 0 A 1	MUY BUENO

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Se define mediante la fórmula (expresado en número entero):

$$IG = 0.2(a) + 0.005(ac) + 0.01(bd)$$

a= F - 35, Expresado en un número entero (1-40)

b= F - 15, Expresado en un número entero (1-40)

c= LL - 40, Expresado en un número entero (1-20)

d= IP - 10, Expresado en un número entero (1-20)

4. **CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS:** Considerando los puntos ya mencionados anteriormente, se estima el comportamiento de los suelos y clasificarlos según AASHTO Y SUCS según el siguiente cuadro correlacionado:

Tabla 2. Correlación de tipo de suelos AASHTO-SUCS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M-145	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ASTM-D-2487
A-1-a	GW,GP,GM,SW,SP,SM
A-1-b	GM,GP,SM,SP
A-2	GM,GC,SM,SC
A-3	SP
A-4	CL,ML
A-5	ML,MH,CH
A-6	CL,CH
A-7	CH,MH,CH

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

5. **PROCTOR MODIFICADO:** Tiene como objeto determinar cual es la densidad seca máxima y la humedad óptima que se puede obtener al ser compactado un suelo con una energía fijada.
6. **CBR:** El ensayo CBR nos muestra la forma de clasificar la capacidad de un suelo para ser utilizado como sub-rasante o material de base en construcción de carreteras. Este ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas.

1.3.4. TIPOS DE PAVIMENTOS

Principalmente se tienen los siguientes tipos de pavimento: Asfáltico, Rígido y Articulado; de los cual hablaremos de los dos primeros.

1.3.4.1. PAVIMENTO ASFÁLTICO

“Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas dependencias de las necesidades particulares de cada obra”. (Mosalve, 2014, p.2).

También conocido como pavimento flexible es una estructura formada por diversas capas entre ellas la sub rasante, la sub base y la carpeta de rodadura de asfalto, teniendo cada una de ellas una función determinada y en conjunto teniendo, según (BONNET, 2014, p.5) “los siguientes propósitos:

- 1.-Resistir y distribuir adecuadamente las cargas producidas por el tránsito. El pavimento flexible debe estar constituido de manera tal que las cargas, producidas por el tránsito, no provoquen deformaciones de ningún tipo en su estructura, siendo de mucha importancia el espesor que el mismo tenga.
- 2.-Tener la impermeabilidad necesaria. Este pavimento debe ser lo suficientemente impermeable para impedir la infiltración que puede darse por parte del agua, afectando la capacidad soporte del suelo. De esto se concluye que es de mucha importancia la existencia de un drenaje adecuado.
- 3.-Resistir la acción destructora de los vehículos. El pavimento debe ser resistente respecto al desgaste y desprendimiento de partículas que se obtiene como consecuencia del paso de los vehículos.
- 4.-Resistir los agentes atmosféricos. Como un efecto continuo de su presencia, los agentes atmosféricos provocan la meteorización y alteración de los materiales que componen el pavimento, reflejándose este problema, en la vida económica y útil del mismo.
- 5.-Por lo tanto, deben procurarse materiales de mayor calidad y resistentes a los agentes físicos y químicos.
- 6.-Poseer una superficie de rodadura adecuada, que permita fluidez y comodidad hacia el tránsito de vehículos. La superficie del pavimento debe

proporcionar un aspecto agradable, seguro y confortable, de manera que el deslizamiento de los vehículos sea óptimo. Esta superficie, que debe ser lisa, también debe ser antideslizante en caso de estar húmeda.

7.-Ser flexible para adaptarse a ciertas fallas de la base o sub-base. La flexibilidad del pavimento es muy importante en caso de presentarse asentamiento en alguna de sus capas; pudiendo así adaptarse a las pequeñas fallas sin necesidad de reparaciones costosas”.

1.3.4.1.1. CAPAS DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

A.1. SUB BASE

La función de la sub base, en un pavimento flexible, es puramente económica, buscando así obtener un espesor utilizando el material más barato posible. Podría construirse dicho espesor con materiales de alta calidad como en el caso de la base, pero usualmente se hace aquella más delgada y se sustituye en parte por la sub base que es de menor calidad, trayendo como resultado un aumento en el espesor total del pavimento, pues es un hecho que cuando menor es la calidad del material utilizado, mayor será el espesor necesario para soportar los esfuerzos transmitidos.

“Otra función de la sub base es la de servir de transición entre la base y la sub rasante; ya que el material de la base es granular más o menos grueso y el de la sub base es más fino que le anterior, de esta manera sirve como filtro para evitar que el material de la base se incruste en la sub rasante. La sub base sirve también para absorber las deformaciones que provienen de la sub rasante y que pueden ser perjudiciales para el pavimento en general.

Así también lo son los cambios volumétricos asociados a los cambios de humedad. La sub base sirve también como drenaje para desalojar el agua que se infiltre en el pavimento y para impedir la ascensión capilar hacia la base de agua procedente de la terracería.” (Duravia, 2011, p.12)

De las funciones mencionas anteriormente, la estructural y la económica son las que más se proyectan en la construcción de pavimentos, el resto dependen

de las circunstancias y de los materiales con los que se cuente para la sub base. Generalmente las dos cualidades que se buscan en el material de sub base son: la resistencia friccionante y la capacidad de drenaje; teniendo cada una, en su razón de ser, la importancia de su preferencia. La resistencia friccionante contribuirá a la resistencia en conjunto del pavimento, garantizando buen comportamiento en cuanto a deformabilidad se refiere, como resultado de una buena compactación. La capacidad de drenaje, igualmente importante, es necesaria debido a la doble función que realiza tanto con el agua que se infiltra de la superficie, como la que asciende por capilaridad.

Los espesores de sub base, son muy variables y dependen de cada proyecto específico, pero suele considerarse 12 a 15 cm como la dimensión mínima constructiva.

Los materiales consistirán en materiales de tipo granular con las siguientes propiedades mínimas: un valor soporte (CBR) del 30% sobre muestra saturada y compactada al 100% del Proctor Modificado u otra compactación que el diseñador especifique; un índice plástico (IP) no mayor de 9 y un límite líquido (LL) no mayor de 40. Los materiales de sub base deben ser de fácil compactación para alcanzar la densidad máxima determinada. En el caso de que contengan gravas o rocas, éstas no deben ser mayores de los 2/3 del espesor de la sub base.

BASE

“Su función primordial es la de proporcionar un elemento resistente que transmita los esfuerzos producidos por el tránsito, hacia la sub base y sub rasante, en una intensidad adecuada. Esta también reduce el espesor de la carpeta más costosa. Muchas veces la base también debe trabajar como la sub base, respecto a la doble función de drenaje mencionada anteriormente.

Básicamente el material que constituye a la base, en el pavimento flexible, debe ser friccionante y provisto de vacíos.” (Duravia, 2011, p.12)

CAPA DE RODADURA

“Es la capa que se coloca sobre la base. Su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas inferiores. Evita la desintegración de las capas subyacentes a causa del tránsito de vehículos.” (Duravia, 2011, p.13)

La capa de rodadura también contribuye a aumentar la capacidad soporte del pavimento, absorbiendo cargas, si su espesor es apreciable (mayor de 4 centímetros).

1.3.4.1.2. MÉTODO DE DISEÑO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

El método para utilizar estará basado en el Manual del Ministerio de Transporte y Comunicaciones vigente del Perú, el cual usa criterios dados por el método AASHTO 1993, el mismo que tiene como objetivo determinar los espesores de las 3 capas del pavimento considerando que el diseño depende, según (Menéndez, 2012, p.226), mayormente de 02 factores básicos:

- A) Las cargas del tráfico en la zona de diseño.
- B) El tipo de sub rasante en el cual se asentará el pavimento.

LAS CARGAS DEL TRÁFICO EN LA ZONA DE DISEÑO.

“Las mismas que están expresadas en ESALs (Equivalent Single Axle Loads 18-kip o 80-Kn o 8.2 t, los cuales se denominan ejes equivalentes. Siendo la sumatoria de ESALs durante el periodo de diseño W18, ESALD o según (el manual del Ministerio de transporte y comunicaciones, pag. 128) denominado como número de repeticiones de EE de 8.2 t. y que se definen en tres categorías: Caminos de hasta 1000000 EE, en el carril y periodo de diseño; caminos que tienen un tránsito, de 1000001 EE hasta 30000000 EE en el carril y período de diseño; caminos que tienen un tránsito mayor a 30000000 EE, en el carril y período de diseño.” (Menéndez, 2012, p.232)

EL TIPO DE SUB RASANTE EN EL CUAL SE ASENTARÁ EL PAVIMENTO

“Las características de la sub rasante sobre las que se asienta en el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de sub rasante, en base a su capacidad de soporte CBR, como se verifica en el cuadro N° 01- Categorías de Sub rasante.” (Menéndez, 2012, p.232)

Tabla 3. Categoría de la Subrasante según su % de CBR

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S0: SUB RASANTE INADECUADA	MENO A 3%
S1: SUB RASANTE INSUFICIENTE	DE 3 A 6%
S2: SUB RASANTE REGULAR	DE 6 A 10%
S3: SUB RASANTE BUENA	DE 10% A 20%
S4: SUB RASANTE MUY BUENA	DE 20 A 30%
S5: SUB RASANTE EXCELENTE	MAYOR AL 30%

Fuente: Manual del Ministerio de Transporte y Comunicaciones: Sección suelos y pavimentos – 2018

Se ha de considerar que para que los materiales aptos para las capas de la sub rasante suelos con CBR igual o mayor al 6%, con base a estos dos parámetros, transito expresado en EE y CBR de sub rasante correlacionado con modulo resiliente se definirá las secciones necesarias en el pavimento; para lo cual de necesitan los siguientes datos de entrada, basándose en el método Guía AASHTO 93 de diseño.

Periodo de diseño.

Módulo de resilencia (Mr)

Confiabilidad (%R)

Coefficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)

Desviación Estándar Combinada (So)

Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

Coefficiente de drenaje

Número Estructural Propuesto (SNR)

1.3.4.2. PAVIMENTO RÍGIDO

“Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en ciertos grados, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento”. (Mosalve,2014,p.23)

1.3.4.2.1. CAPAS DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO

Los pavimentos de concreto cuentan con diversas capas que se distribuyen desde la subrasante hasta la carpeta de rodadura, considerando que la calidad de los materiales a las capas va mejorando a medida que se aproximan a la carpeta de rodadura.

Los diferentes métodos de diseño consideran al menos las siguientes capas para los pavimentos de concreto:

SUBRASANTE

“Es el suelo de cimentación del pavimento, pudiendo ser suelo natural, debidamente perfilado y compactado; o material de préstamo, cuando el suelo natural es deficiente o por requerimiento del diseño geométrico de la vía a proyectar.

Los materiales que pueden ser empleados como subrasante serán de preferencia materiales de tipo granular, tales como: GW, GP, SW, SM, ML o incluso SC, siempre que la arcilla no sea de alta plasticidad.

Antes de ser empleado debe ser perfilado y compactado entre el 95 y 100% de la máxima densidad seca obtenida con el ensayo próctor estándar AASHTO T-99.

En caso el suelo natural esté conformado por suelos finos y plásticos como CL, MH, CH, CL – ML, con LL entre 50 y 100% se analizará la necesidad de mejorarlos reduciendo su LL para mejorar así el IP”. (DURAVIA, 2011, P.5)

BASE

“En el caso de los pavimentos de asfalto es común que se contemple material de base adicional. En lo que a los pavimentos de concreto se refiere esto no es común, pero podría darse el caso en situaciones extremas. La base constituye entonces, la capa intermedia entre la sub-base y la carpeta de rodadura y utiliza materiales granulares de excelente gradación.

Los diferentes métodos de diseño no limitan el espesor de las capas, sin embargo, espesores inferiores a 10 centímetros resultan muy difíciles de compactar. Por lo que se sugiere no emplear espesores menores a 10 centímetros, siendo preferible trabajar con 15 centímetros”. (DURAVIA, 2011, P.6)

CARPETA DE RODADURA

“Está conformada por mezcla de concreto hidráulico. Los métodos de diseño especifican diseños de mezcla con Módulo de rotura a la flexión (MR) superiores a 42 Kg/cm², o su equivalente a $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.” (DURAVIA, 2011, P.7)

1.3.4.2.2. MÉTODO DE DISEÑO PARA PAVIMENTO RÍGIDO

El método a utilizar estará basado en el Manual del Ministerio de Transporte y Comunicaciones vigente del Perú, el cual usa criterios dados por el método AASHTO 1993, para lo cual basándose en términos de índice de servicio actual (PSI) se llevará a cabo el siguiente procedimiento:

- 1.- Estimar el tráfico de periodo de diseño (W18)
2. Determinar la confiabilidad R y la desviación estándar total
3. Establecer el modulo de reacción efectivo de la sub rasante

4. Determinar la pérdida de serviciabilidad de diseño
5. Obtener los espesores de la losa D
6. Establecer los espesores que satisfagan SN

Para lo cual, basándonos en el método AASHTO 93, es necesario los siguientes datos:

Período de diseño

Tránsito de diseño

Confiabilidad

Serviciabilidad

Propiedades del concreto

Coeficientes de transferencia de carga

Coeficientes de drenaje

Espesores de losa requerido

1.3.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DE PAVIMENTOS

“El costo del ciclo de vida significa el costo total en que se ha incurrido durante el ciclo de vida completo del pavimento. Esto incluye la construcción, el mantenimiento y un costo de rescate si es que lo hay”(Menéndez, 2012); Se entiende que al calcular el costo del ciclo de vida de un proyecto muchas veces la opción más barata al costo inicial no sería la más conveniente; ya que al construir un mejor pavimento inicial y gastar comparativamente menos dinero en mantener el pavimento permitiría ahorrar significativamente en un periodo o tiempo de vida determinado que con el de uno de menor calidad quien necesitará mantenimiento más frecuente.

COSTOS: “Los costos incluyen aquellos incurridos por la entidad gestionante del pavimento, así como por los usuarios, debido a la construcción o trabajos de mantenimiento o rehabilitación. ”(Menéndez, 2012, p. 328).

COSTO INICIAL: Entendiéndose como la inversión inicial necesaria para llevar a cabo la alternativa de inversión.

BENEFICIOS: Incluye según (el Sistema Nacional de Inversión Pública, pág 30); “los ahorros de recursos en la operación de vehículos, ahorros de tiempo de los usuarios, otros ahorros cuantificados” en caso los hubiese.

En relación con el Costo de Operación Vehicular (COV) está implicado los costos de remuneración, combustible, lubricantes, neumáticos, repuestos, mantenimiento, depreciación; el Ministerio de transporte y comunicaciones permite calcular este valor mediante unas tablas dadas por US\$ - Km, a precios sociales para cualquier tipo de vehículo, región, topografía, superficie y estado de la vía. (Ver imagen 16)

Según algunos parámetros dados por el Ministerio de Economía y Finanzas, el valor del tiempo estará dado de la siguiente manera:

Tabla 4. Valor del Tiempo según el tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	PASAJERO SOLES/HORA
INTER URBANO AUTO	3.21
INTER URBANO TRANSPORTE PÚBLICO	1.67

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas.

PERÍODO DE ANÁLISIS

“Una pauta general para la selección de la longitud del período de análisis y diseño es que no debería excederse más allá del periodo de previsión confiable” (Menéndez, 2012, p. 329).

Según datos por el Ministerio de Economía y Finanzas, el valor del tiempo estará dado de la siguiente manera:

Tabla 5. Período de análisis de beneficios según tipo de carretera.

HORIZONTE DE EVALUACIÓN	AÑOS
CARRETERAS SIN PAVIMENTAR	10
CARRETERAS CON TSB	15
CARRETERAS ASFALTADAS	20
PUENTES AISLADOS	20

Fuente: Ministerio de economía y Finanzas.

TASA DE DESCUENTO: “Se utiliza para reducir los futuros costos o beneficios esperados traídos al presente, proporciona un medio para comparar los usos alternativos de los fondos, es un factor muy importante y puede tener una influencia importante en los resultados de un análisis económico” (Menéndez, 2012, p. 330).

Tabla 6. Tasa Social de Descuento General

PARÁMETRO	VALOR
Tasa Social de Descuento	8%

Fuente: Actualización de la Tasa Social de Descuento. Seminario, 2017

1.3.5.1. MÉTODO PARA COMPARACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS:

Entre los métodos más usados tenemos el MÉTODO PRESENTE NETO O VALOR ACTUAL NETO, según (Menéndez, 2012, p. 330), “consiste en traducir los flujos de beneficios y costos en valor presente, calculando el valor neto presente de los beneficios menos los costos. El VAN o NPV es el valor monetario de descontar beneficios menos costos, los cuales son descontados usando una tasa de descuento para permitir sus valores presentes”

Puede ser utilizado para determinar la viabilidad de una sola alternativa o para comparar dos o más alternativas, si “en caso tienen los mismos beneficios la alternativa con el menor VAN es la mejor” (Menéndez, 2012, p. 330).

$$VAN = -CF_0 + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

Siendo

r: la tasa de descuento

t: el período de análisis.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el resultado de comparar la estructura del pavimento flexible respecto al pavimento rígido, en la vía Urbanización El Pinar - Centro poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En la actualidad, la ingeniería vial viene avanzando a grandes pasos a nivel de investigación y aplicación de nuevas tecnologías y junto a ello el desarrollo de proyectos de infraestructura que buscan dar acceso a la población al transporte competitivo y sostenible, que permite que los diferentes centros urbanos y rurales se integren logrando el progreso de nuestro país.

Esto lo podemos apreciar en las construcciones de las nuevas carreteras, caminos vecinales y apertura de trochas, expansiones urbanas y demás proyectos viales que se vienen ejecutando, sin embargo, el análisis técnico económico y otros factores como el presupuesto de mantenimiento y desarrollo de infraestructura no siempre han acompañado ese crecimiento, ello se puede percibir en algunas carreteras en mal estado y los pavimentos urbanos que se encuentran muchas veces descuidados.

“Si damos un vistazo al estado de nuestras carreteras y caminos vecinales en cuanto a su estado actual pavimentado, nos enfrentamos a un alto déficit de vías pavimentadas, lo que nos hace reflexionar en cuanto al rol de la gestión del gobierno y la adecuada evaluación de las diferentes alternativas que existen para pavimentar estas vías, ya que las infraestructuras y los servicios de transporte deben cumplir con ser eficientes, rentables, confiables y ecológicamente sostenibles” (Mori, 2016, p.1).

La justificación para la realización del “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM, INDEPENDENCIA, HUARAZ – 2018” fue que considerando que el centro poblado de Mariam representa un 2% de la población de independencia, es necesaria la pavimentación en la zona de estudio con un previo análisis técnico – económico, para lograr alcanzar una economía máxima teniendo en consideración las condiciones de la zona de estudio.

1.6. HIPÓTESIS

El presente trabajo de investigación no amerita hipótesis; según (Galan, 2009, “las hipótesis en la investigación”, párr. 2) “Se formulan hipótesis en las investigaciones que buscan probar el impacto que tienen algunas variables entre sí, o el efecto de un rasgo o variable en relación con otro, fundamentalmente son estudios que muestran la relación causa efecto. No todas las investigaciones llevan hipótesis, según sea su tipo de estudio (investigaciones de tipo descriptivo) no las requieren, es suficiente plantear algunas preguntas de investigación”; siendo el caso de la presente investigación debido a que se analizarán las variables de manera independiente para finalmente llegar a una conclusión respecto a su comportamiento.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. OBJETIVO GENERALES

Desarrollar el análisis entre la alternativa de pavimentación con pavimento flexible respecto a la alternativa con pavimento rígido, en la vía Urbanización El Pinar – Centro Poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018.

1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar los estudios de suelo necesarios de la zona de estudio, según las normativas vigentes.

Elaborar el diseño del pavimento rígido en la vía Urbanización El Pinar – Centro Poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018.

Elaborar el diseño del pavimento flexible en la vía Urbanización El Pinar – Centro Poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018.

Determinar el análisis económico de la estructura de un pavimento rígido y un pavimento flexible en la vía Urbanización El Pinar – Centro Poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018.

II. MÉTODO

2.1. ENFOQUE, DISEÑO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque cuantitativo “(que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar o eludir” pasos, el orden es riguroso, aunque, desde luego, podemos redefinir alguna fase” (Hernández, Fernández, Baptista; 2010,p.80), basándonos en esta definición sabemos que nuestras variables van a ser analizadas a través de un proceso en cada uno de los objetivos planteado.

2.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

NO EXPERIMENTAL, “se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.” (Hernández, Fernández, Baptista; 2010,p.149), TRANSECCIONALES DESCRIPTIVOS “(...) indagan la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres” (Hernández, Fernández, Baptista; 2010,p.152), en la presente investigación se tomarán los datos de las variables obtenidos mediante observación experimental y no experimental más no se alterarán y posteriormente analizaremos mediante normativas el comportamiento de estos para el diseño técnico y económico.

2.1.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Es descriptivo debido a que “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren” (Hernández, Fernández, Baptista; 2010,p.80), en relación a ello se

recaudaran datos de la zona de estudios y de métodos descritos para detallar el comportamiento técnico y económico de las alternativas.

2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN:

2.2.1. VARIABLES:

- Pavimento Rígido
- Pavimento Flexible

2.2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
Pavimento Flexible	Pavimento formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. (Mosalve, 2014, p.2).	.Se realizará el diseño que cumpla técnicamente para posteriormente realizar la evaluación económica.	TÉCNICA	Periodo de diseño.	Razón
				Módulo de resiliencia (Mr)	
				Confiabilidad (%R)	
				Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)	
				Desviación Estándar Combinada (So)	
				Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	
				Coeficiente de drenaje	
				Número Estructural Propuesto (SNR)	
			ECONÓMICA	Costo inicial	Razón
				VAN	Razón
Pavimento Rígido	Constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. (Mosalve, 2014, p.23)	Se realizará el diseño que cumpla técnicamente para posteriormente realizar la evaluación económica.	TÉCNICA	Período de diseño	Razón
				Tránsito de diseño	
				Confiabilidad	
				Serviciabilidad	
				Propiedades del concreto	
				Coeficientes de transferencia de carga	
				Coeficientes de drenaje	
				Espesores de losa requerido	
			ECONÓMICA	Costo Inicial	Razón
				VAN	Razón

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA:

2.3.1. POBLACIÓN:

Un kilómetro y 132 metros de la vía de circulación de LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR-PUENTE CHAHUARURI - CACHIPAMPA DEL CC.PP. DE MARIAM, INDEPENDENCIA – 2018, "(...) conjunto finito o infinito de elementos con características comunes, para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda limitada por el problema y por los objetivos del estudio". (Arias, 2006. p. 81). En el caso de la investigación el análisis se hará en relación con toda la vía de estudio.

2.3.2. MUESTRA:

Un kilómetro y 132 metros de la vía de circulación de LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR-PUENTE CHAHUARURI - CACHIPAMPA DEL CC.PP. DE MARIAM, INDEPENDENCIA – 2018 "subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible" (Ob. cit. p. 83), en el caso de la investigación para que el análisis sea representativo se debe trabajar con el total de la población debido a que los metrados influirán en los datos obtenidos.

2.3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS:

Cada metro de la vía de circulación de las urbanizaciones LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR-PUENTE CHAHUARURI - CACHIPAMPA DEL CC.PP. DE MARIAM, INDEPENDENCIA – 2018

2.3.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

Las vías pertenecientes a la zona de estudio.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD:

2.4.1. TÉCNICA:

Observación experimental y Observación no experimental. – Son técnicas destinadas a obtener datos tanto de manera visual con llenado de formatos como en laboratorio respectivamente.

“La observación experimental se diferencia de la no experimental porque elabora datos en condiciones relativamente controladas por el investigador, particularmente porque éste puede manipular la o las variables.

Es una poderosa técnica de investigación científica. Puede utilizar como instrumento la hoja o ficha de registro de datos.”(Tamayo,S. A, p.8)

2.4.2. INSTRUMENTO:

Los instrumentos han sido extraídos de los Método de Diseño Aashto 93, Formato de Conteo Vehicular del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, El Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Método del Valor Actual Neto para la comparación económica de las alternativas. (ver anexos)

2.4.3. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD:

“Se refiere a la exactitud con que un instrumento mide lo que se propone medir, es decir la eficacia de una prueba para representar, describir o pronosticar el atributo que le interesa al examinador.”(Tamayo,S. A, p.8), La presente investigación tuvo como instrumentos métodos y manuales vigentes para desarrollar la obtención de datos y determinar el procesamiento de la información.

2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

En primer lugar, se recaudando la información del tránsito del sector, así mismo se evaluará las condiciones de tráfico en la zona de estudio mediante los formatos dados por el ministerio de Transporte y comunicaciones, para luego realizar los estudios de suelos respectivos mediante calicatas según las especificaciones del **MANUAL DE CARRETERA: ENSAYO DE MATERIALES DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES**, con ello poder realizar los estudios de suelo respectivos el diseño por el método **AASHTO 93** y el **MANUAL DE CARRETERAS: SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES** para cada uno de los tipos de pavimentos (rígido y

flexible) y realizar el método del valor actual neto para la comparación económica de las alternativas.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

La investigación pretendió bajo responsabilidad, obtener resultados veraces, por lo que se llevó a cabo basándose en las normativas peruanas vigentes, confiando en el recurso humano con el que se contó, así también se tuvo un compromiso con el tema en estudio para generar un aporte en nuestra región y lograr un beneficio social con la presente investigación.

III. RESULTADOS.

Se ha desarrollado los resultados de acuerdo con los objetivos.

3.1. ETAPA 1. SUELOS

EXPLORACIÓN DE SUELOS, CARACTERIZACIÓN DE LA SUBRASANTE Y DETERMINACIÓN DE LOS ENSAYOS DE CBR.

Se realizó una exploración de suelos y rocas, identificándose que no existe zona de préstamo, pudiendo considerarse la presencia de un suelo homogéneo. Con el objetivo de determinar las características físico-mecánicas se llevó a cabo 03 (tres) calicatas en diferentes puntos del tramo (FOTOGRAFÍA 01, 02 Y 03), de acuerdo a los procedimientos del Manual de ensayo de materiales y cumpliendo con las especificaciones del Manual de Suelos del MTC (IMAGEN 01), se realizaron un total de 3 calicatas en total con 1m x 1m de área y 1.50 metros de profundidad, ya que de acuerdo al IMDA se trata de una carretera de un IMDA menor a 200 (Según estudio de tráfico realizado); así mismo se evaluó el número de ensayos de CBR necesarios según el tipo de carretera (IMAGEN 02) determinándose la necesidad de (01) un ensayo.

DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS

HUMEDAD NATURAL: Para poder hallar la granulometría hallamos la humedad natural, obteniendo 8.9%, según los procedimientos del Manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC E108) –(Ver cuadro 01)

GRANULOMETRÍA: Posteriormente realizamos, según el manual MTC E 107, el análisis granulométrico del suelo por tamizado, obteniendo que el 56,1% pasa por la malla 200 (Ver cuadro 02).

ÍNDICE DE PLASTICIDAD: De la misma manera se procedió a realizar los ensayos de límite líquido (MTC E110) y límite plástico (MTC E111) para determinar el índice de plasticidad, teniéndose los siguientes resultados: LL=26.5, LP=15.8 y IP=10.66.(Ver cuadro 03,04,05)

ÍNDICE DE GRUPO: Con los datos ya obtenidos se realizó el índice de grupo, según la formula dada por el método AASHTO

$$IG = 0.2(a) + 0.005(ac) + 0.01(bd)$$

$$IG = 0.2(16) + 0.005(0) + 0.01(36 * 2)$$

$$IG = 0.2(16) + 0.005(0) + 0.01(36 * 1)$$

$$IG = 4$$

-----> Según esta clasificación se trata de un suelo Regular.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:

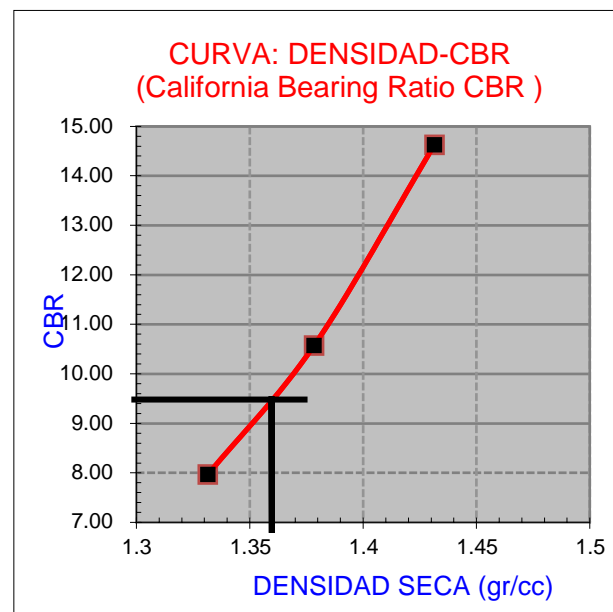
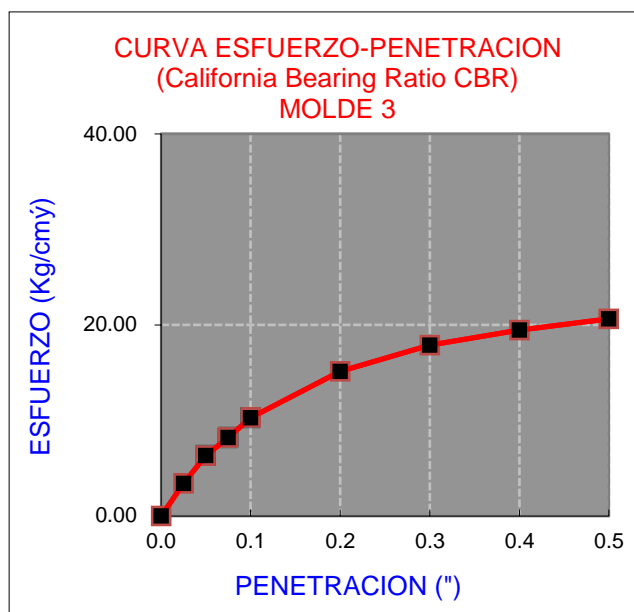
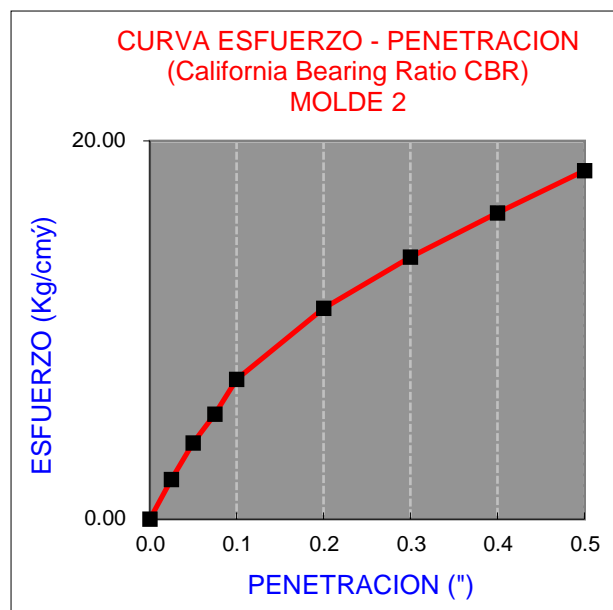
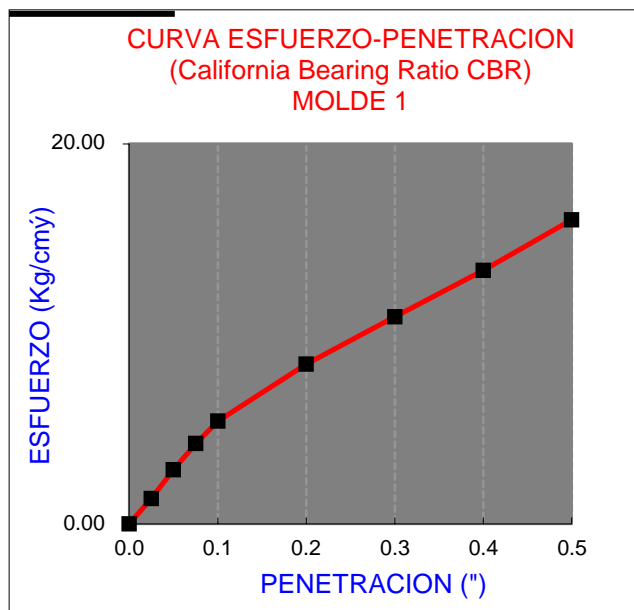
Tomando en cuenta los datos anteriores se evaluó la clasificación según AASHTO (Imagen 07), determinándose su clasificación como un A-4, y haciendo su correlación con SUCS, podría tratarse de un suelo CL, o un ML, y evaluando la clasificación según SUCS correspondería a un limo inorgánico perteneciente al grupo Lean arcilla o CL por tener un IP mayor a 7 (Imagen 08), por lo que se puede definir como un suelo regular a malo, por lo que se evaluó el CBR como una medida indirecta de la resistencia del suelo a la penetración. (Ver cuadro 06 y 07)

PROCTOR MODIFICADO: Se realizó el ensayo de laboratorio respectivo para determinar el contenido de humedad óptimo de nuestro suelo: (Ver cuadro 08 y 09)

DENSIDAD MÁXIMA = 1.98

HUMEDAD ÓPTIMA = 9.7

CBR: Realizándose el ensayo según el manual MTC E 132 para determinar en laboratorio el CBR de suelos, se obtuvo lo siguiente (Ver cuadro 10 y 11):



PENETRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	5.40	8.40
MOLDE 2	7.38	11.15
MOLDE 3	10.29	15.13

	DENS	0.1	0.2	CBR
MOLDE 1	1.332	7.68	7.97	7.97
MOLDE 2	1.378	10.50	10.58	10.58
MOLDE 3	1.432	14.63	14.34	14.63

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	14.63%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	9.23%

Tabla 8. Calculo de ESAL de diseño de la Zona de estudio

Tipo de Vehiculo	Trafico Actual	Factor de Crecimiento	Trafico de Diseño	Factor ESAL	ESAL de Diseño
Automovil	23	15.87	130744.74	0.0008	104.60
Buses de 2 Ejes	0	15.87	0.00	0.6806	0.00
Buses de 3 Ejes	0	15.87	0.00	1.7875	0.00
Micro	1	15.87	5298.39	0.6806	3606.08
Camioneta Pick Up	3	15.87	17377.47	0.0122	212.01
Combi Rural	128	15.87	743093.52	0.0122	9065.74
Camiones 2 ejes	2	22.92	17930.22	0.19	3388.81
Camiones 3 Ejes	0	22.92	2390.70	0.13	311.51
Camiones de 4 Ejes	0	22.92	0.00	0.1303	0.00
Todos los Camiones Simples	2				3700.32
Tractor semitrailer 2S2	2	22.92	16734.87	0.8646	14468.97
Tractor semitrailer 2S3	0	22.92	0.00	2.3719	0.00
Tractor semitrailer 3S2	0	22.92	0.00	2.3719	0.00
Tractor semitrailer >=3S3	0	22.92	0.00	2.3719	0.00
Todos los Tractor Semitrailers	2				14468.97
Trailers doble 2T2	0	22.92	0.00	2.3187	0.00
Trailers doble 2T3	0	22.92	0.00	2.3187	0.00
Trailers doble 3T2	0	22.92	0.00	2.3187	0.00
Trailers doble >=3T3	0	22.92	0.00	2.3187	0.00
Todas las combinaciones	0				0.00
Todos los camiones					3.12E+04

Fuente: elaboración propia

Definimos el **grado de confiabilidad** (Tabla Suggested Levels of Reliability for Various Functional Classification, del AASHTO Guide for Design of Pavement Structures), obteniendo para arterias locales en zona rural un máximo de **80%** para el grado de confiabilidad. (Ver imagen 10).

R% = 80%

Con este parámetro elegimos el valor de la **desviación estándar normal (Zr)** para diferentes niveles de confiabilidad (Según AASHTO 93), la cual resulta **-0.841**(Ver imagen 11)

Zr = -0.841

Posteriormente definimos el valor de la desviación **estándar combinada (So)**, considerando que la guía AASHTO recomienda adoptar valores entre 0.40 y 0.50 así mismo el MTC del Perú 2012, pág 136 recomienda el valor de **0.45**

So = 0.45

Luego calculamos el módulo resiliente de la Subrasante (Mr), obtenido por correlación con el CBR, que usamos como 9 por lo que el **módulo resiliente es 10426.00 (PSI)** equivalente a 71.88 Mpa.(Ver imagen 12)

Mr = 10426.00 (PSI)

Quedando el Mr de diseño de la siguiente manera:

Tabla 9. Valor del Mr según el CBR conseguido.

Nº	CALICATA	ZONA	CBR (%)	Mr (MPa)	Mr (psi)
01	C-01	MARIAM	9	71.88	10,426.00

Fuente: elaboración propia

Luego se determinó la pérdida de serviciabilidad (ΔPSI), considerando la guía de AASHTO Guide for Desig of Pavement Structures, pág II-10, se tomaron los siguientes valores: Po = 4 y Pt = 2 por lo que:

$\Delta PSI = 2.0$

Basándonos en la guía de AASHTO Guide for Desig of Pavement Structures, pág II-32 se determinó el número estructural requerido según la siguiente formula:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN+1) - 0.2 + \frac{\log_{10}(\Delta PSI/(4.2-1.5))}{0.4 + (1094/(SN+1))^{5.19}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Resolviendo la ecuación se obtuvo:

SN = 1.57 Requerido.

Luego utilizamos la ecuación siguiente, para determinar SN estimado.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \dots\dots\dots Ec.(a)$$

Considerando que la guía de AASHTO Guide for Desig of Pavement Structures, pág II-17:

Concreto Asfáltico:		$E_{AC} =$	450,000	psi	
Base Granular		$E_{BS} =$	29,000	psi	80 % = CBR
Sub-Base Granular		$E_{SB} =$	17,000	psi	40 % = CBR

Y que los coeficientes de capa son (Ver imagen 13 y 14):

$a_1 =$	0.44
$a_2 =$	0.13
$a_3 =$	0.12

Los coeficientes de drenaje de la Guide for Design of Pavement Structures para arterias locales es:

$m_2 =$	0.80
$m_3 =$	0.80

Determinamos SN_1 y SN_2

$SN_1 =$	0.99	Requerido
$SN_2 =$	1.27	Requerido
$SN_3 =$	1.57	Requerido

Luego los espesores serán:

Espesor carpeta	$D_1^* =$	2.25	pulgadas	
	$D_1^* =$	1.00	pulgadas	
	$SN_1^* =$	0.99		
Espesor Base	$D_2^* =$	2.69	pulgadas	
	$D_2^* =$	4.00	pulgadas	Valor mínimo recomendado por
	$SN_2^* =$	0.42		Guide for Design of Pavement
Espesor Sub-Base	$D_3^* =$	1.71	pulgadas	Structures Pag. II-35
	$D_3^* =$	8.00	pulgadas	
	$SN_3^* =$	0.77		

Luego reemplazamos en la ecuación (a)

$SN_{est} = 2.17$ es mayor al SN_{req} OK!

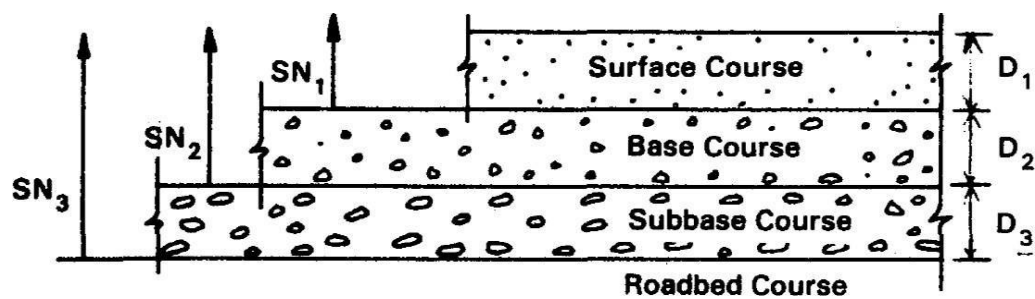
Descripción	SN _i	D _i *	D (pulgadas)	SN ₁ *	SN _i Est	Obs.
ALTERNATIVA 01						
Carpeta	0.99	2.25	2.25	0.99	0.99	iiiOkiii
Base	1.27	2.69	4.00	0.42	1.41	iiiOkiii
Sub-base	1.57	1.71	8.00	0.77	2.17	iiiOKiii

Fuente: Elaboración propia.

Resumen:

Descripción	SN _i	D (pulgadas)	D (cm)	D comercial (cm)	Obs.
ALTERNATIVA 03					
Carpeta	0.99	2.25	5.72	6.00	iiiOkiii
Base	1.27	4.00	10.16	10.00	iiiOkiii
Sub-base	1.57	8.00	20.32	20.00	iiiOkiii

Fuente: Elaboración propia.



3.3. ETAPA 3: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

Con el conteo vehicular ya realizado se calculó el número de repeticiones de ejes equivalentes, con la siguiente formula:

$$N_{rep \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}}} = \sum [EE_{dia-carri} \times F_{ca} \times 365]$$

Fca: Factor de crecimiento acumulado por vehículo pesado

$$EE_{dia-carri} = IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vpi} \times F_{pi}$$

Donde:

IMD pi: Corresponde al Índice medio diario por tipo de vehículo pesado seleccionado

Fd : Factor direccional

Fc : Factor Carril de diseño

Fvpi : Factor vehículo pesado del tipo seleccionado, calculado según su composición de Ejes representa el número de ejes equivalente promedio por tipo de vehículo pesado

Fp : Factor presión de neumáticos

DETERMINAR EL FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO Fca

$\text{Factor } Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$		
Periodo de diseño:		
n =	25	años
Tasa de crecimiento		
r =	0.8	(fuente INEI)
		Fca = 27.55

Determinamos el factor direccional(FD) y de carril (FC), resultando (Ver imagen 15):

Por tener 2 sentidos Fd = 0.50 y Fc = 1.00

DETERMINACIÓN DEL FACTOR VEHÍCULO PESADO (Fvp)

Se realiza por medio del siguiente cuadro:





Tabla 10. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (ee) para pavimentos rígidos


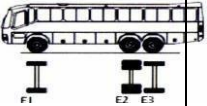
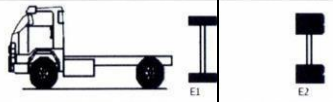
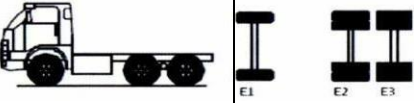
Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE8.2tn)	
Eje Simple de ruedas simples (EEs1)	EES1 =	$(P/6.6)^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EEs2)	EES2 =	$(P/8.2)^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles +1 eje rueda simple) (EEta1)	EETA1=	$(P/13.0)^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles)(EEta2)	EETA2=	$(P/13.3)^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes ruedas dobles+1 eje rueda simple)(EEtr1)	EETR1=	$(P/16.6)^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles)(EEtr2)	EETR2=	$(P/17.5)^{4.0}$

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Con las formulas dadas se calculan los EE por eje:

Tabla 11. Configuración de carga, tipo de eje y clase de vehículos

CLASE DE VEHÍCULO DEL AFORO SNC	CLASE DE VEHICULO, CONFIGURACIÓN DE EJES Y CARGAS ADOPTADAS				Total EE
	E1	E2	E3	E4	
1.- Automóvil					
	<u>1</u>	<u>1</u>			
	0.00	0.00		-	0.00
2.- Camionetas					
	1	2			
	0.00	0.01			0.01
3.- Combi					
	1	2			
	0.00	0.01			0.01
4.- Microbuses					

	1	4			
	0.00	0.13			0.13
5.- Bus 2E					
	2	11			
	0.01	3.33			3.34
5.- Bus 3E					
	7	15			
	1.27	1.80			3.07
7.- Camión 2E					
	7	10			
	1.27	2.26			3.53
8.- Camión 3E					
	7	16			
	1.27	2.34			3.62

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Rango de cargas por eje	Cantidad	Factor de equivalencia EE por eje	EE equivalente
Eje simple			
<1.4	0		0.00
1.4-3.2	0		0.00
3.2-3.6	0		0.00
3.6-5.4	0		0.00
5.4-7.3	17.00	1.27	21.64
7.3-13.6	15.00	2.26	33.84
Eje Tandem			0.00
<2.7	0		0.00
2.7-5.4	0		0.00
5.4-8.2	0		0.00
8.2-10.9	0		0.00
10.9-11.8	0		0.00
13.6-14.5	0		0.00
14.5-14.8	0		0.00
14.8-15.4	0		0.00
15.4-16.3	2.00	2.34	4.69
		suma EE	60.17

Fvp= 0.87

Tabla 12. Factor de ajuste por presión de neumático

FACTOR DE AJUSTE POR PRESION DE NEUMATICO (F_p) PARA EJES EQUIVALENTES (EE)							
Espeso de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contaco del Neumático (PCN) en psc PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (pai)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41
<p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EE = Ejes Equivalentes • Presión de inflado del neumático (Pin): esta referido al promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado. • Presión de Contacto del neumático (PCN): igual al 90% del promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículos pesado. • Para espesores menores de capa de rodadura asfáltica, se aplicará el factor de ajuste igual al espesor de 50 mm. <p>Fuente: Elaboración propia, en base a correlaciones con la figura IV-4 EAL Adjustment Factor for Tire Pressures del Manula MS-1 del Instituto de Asfalto</p>							

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

F_p= 1.00

DETERMINACIÓN DEL NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES:

Se determinó con los resultados respecto a los vehículos pesados según el estudio de tráfico.

Dia	Camion	
	2E	3E
21/05/2017	2.00	1.00
22/05/2017	1.00	0.00
23/05/2017	2.00	0.00
24/05/2017	1.00	0.00
25/05/2017	4.00	0.00
26/05/2017	3.00	1.00
27/05/2017	2.00	0.00
IMD	2.14	0.286

Camión 2E

EE día-carril = 0.93

Camión 3E

EE día-carril = 0.12

Por lo que el EE 8.2 tn= 10648.67

DISEÑO DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO

Se aplicará la siguiente formula:

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_0 + 7.35 \log (D_0 + 25.4) - 10.39 + \frac{-\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{-19}}{(D + 25.40)^{8.46}}} + (4.22 + 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_d \left((0.09 D)^{0.75} - 1.132 \right)}{1.51 \times \left((0.09 D)^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

NÚMERO PREVISTO PARA EJES EQUIVALENTE:

Se tomó un periodo de estudio de 25 años y se determinó:

W82tn = 10649

Tabla 13. Factor de Serviabilidad

Tipo de caminos	Trafico	Ejes Equivalentes Acumulados		Indice de Serviabilidad Inicial (Pi)	Indice de Serviabilidad Final o Terminal (Pt)	Diferencial de serviabilidad (Δpsi)
caminos de bajo volumen de transito	Tp1	150001	300000	4.1	2	2.1
	Tp2	300001	500000	4.1	2	2.1
	Tp3	500001	750000	4.1	2	2.1
	Tp4	750001	1000000	4.1	2	2.1
Resto de caminos	Tp5	1000001	1500000	4.3	2.5	1.8
	Tp6	1500001	3000000	4.3	2.5	1.8
	Tp7	3000001	5000000	4.3	2.5	1.8
	Tp8	5000001	7500000	4.3	2.5	1.8
	Tp9	7500001	10000000	4.3	2.5	1.8
	Tp10	10000001	12500000	4.3	2.5	1.8
	Tp11	12500001	15000000	4.3	2.5	1.8
	Tp12	15000001	20000000	4.5	3	1.5
	Tp13	20000001	25000000	4.5	3	1.5
	Tp14	25000001	30000000	4.5	3	1.5
	Tp15	>30000000		4.5	3	1.5

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Encontrándose en el rango Tp1 por lo que la diferencia de serviabilidad es igual a 2.1

Tabla 14. Factor de Desviación normal estándar

Tipo de caminos	Trafico	Ejes Equivalentes Acumulados		Nivel de confiabilidad (R)	Desviacion Estandar Normal (ZR)
caminos de bajo volumen de transito	Tp0	100000	150000	65%	-0.385
	Tp1	150001	300000	70%	-0.524
	Tp2	300001	500000	75%	-0.674
	Tp3	500001	750000	80%	-0.842
	Tp4	750001	1000000	80%	-0.842
Resto de caminos	Tp5	1000001	1500000	85%	-1.036
	Tp6	1500001	3000000	85%	-1.036
	Tp7	3000001	5000000	85%	-1.036
	Tp8	5000001	7500000	90%	-1.282
	Tp9	7500001	10000000	90%	-1.282
	Tp10	10000001	12500000	90%	-1.282
	Tp11	12500001	15000000	90%	-1.282
	Tp12	15000001	20000000	90%	-1.282
	Tp13	20000001	25000000	90%	-1.282
	Tp14	25000001	30000000	90%	-1.282
	Tp15	>30000000		95%	-1.645

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Nos encontramos en el rango de tráfico Tp 0 por lo que:

La confiabilidad (R) = 65%

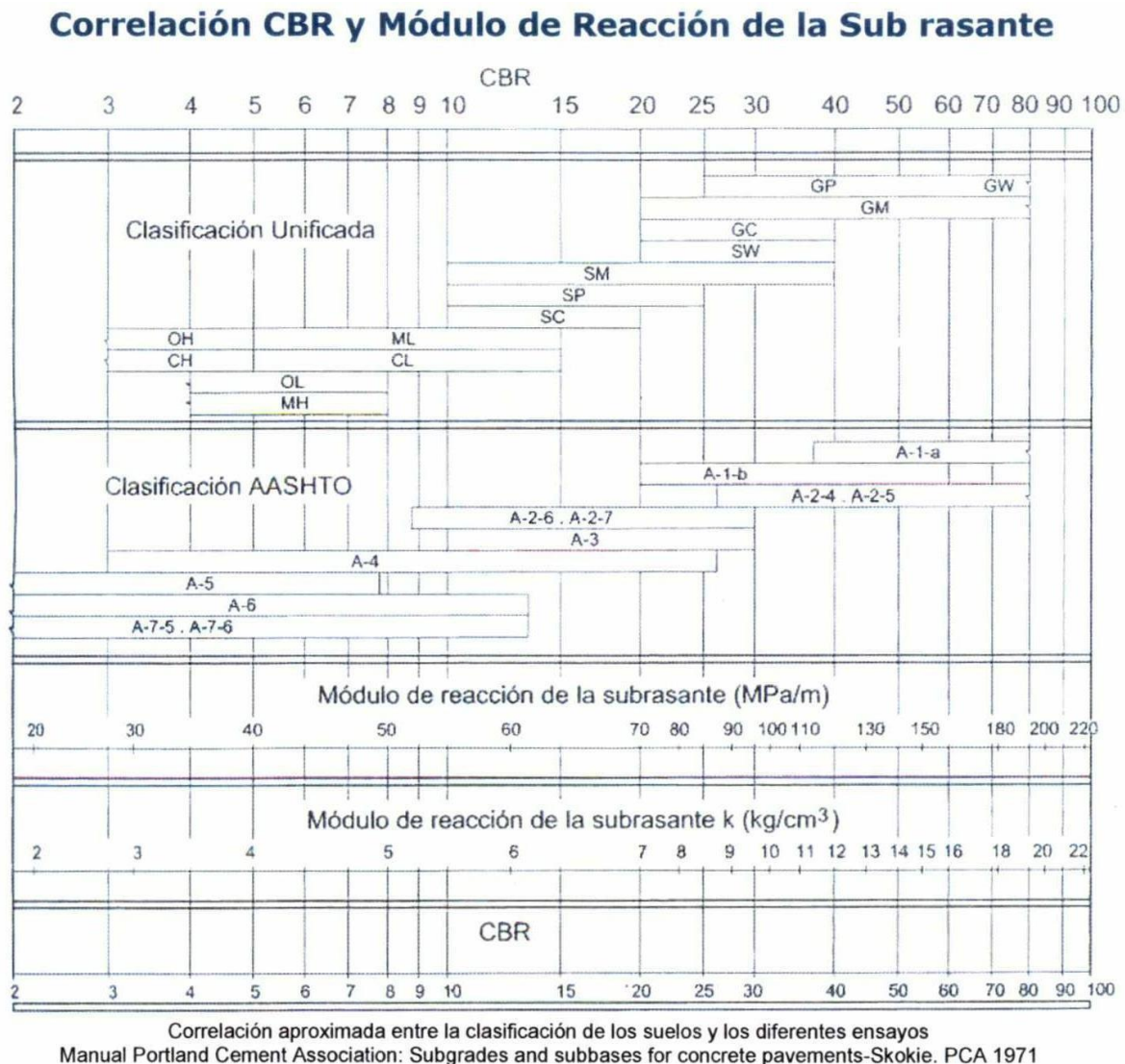
La desviación Estándar Normal (ZR) = -0.385

ERROR ESTÁNDAR

El rango típico sugerido por AASHTO está comprendido entre $0.30 < S_o < 0.40$ el manual de carreteras sección de suelos y pavimentos recomienda un: $S_o = 0.35$

EFFECTO DEL SUELO Y LAS CAPAS DE APOYO (K)

Basándonos en los datos obtenidos en los estudios de suelos lo correlacionamos en el siguiente gráfico:



Obteniendo un valor de $K = 0.053 \text{ Mpa/mm}$

Resistencia a la Flexotraccion del concreto (Mr):

$$M_r = a\sqrt{f'_c}$$

Donde: "a" varia entre 1.99 -3.18

Asumimos

$$\begin{aligned} a &= 2.8 \\ f'_c &= 210 \quad \text{kg/cm}^2 \\ \mathbf{Mr} &= \mathbf{3.98} \quad \mathbf{Mpa} \end{aligned}$$

Modulo elastico del concreto:

$$E_c = 4700 \cdot (f'_c)^{0.5}$$

$$\mathbf{Ec = 21332.51 \quad Mpa}$$

Drenaje Cd:

Varia entre 0.70 a 1.25 , asumimos:

$$\mathbf{Cd = 1.00}$$

Transferencia de cargas (J):

Valores de Coeficiente de Transmision de Carga J

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFALTICA		CONCRETO HIDRAULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8-4.4	2.8	3.8

Del cuadro obtenemos una resistencia de carga de **3.8**.

Reemplazando en la ecuación inicial, mediante un proceso iterativo asumimos el espesor de pavimento hasta que la ecuación de AASHTO 93 llegue al equilibrio.

$$0 = \log_{10} W_{82} - Z_R S_0 + 7.35 \log_{10} \left(D + 25.4 \right) - \frac{10.39}{(0.09D)^{0.75} - 1.132} + \frac{\log_{10} \left(\frac{1.25 \times 10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}} \right) + (4.220.32P)^t}{10 \left(\frac{dx}{1.51xJ(0.09D)^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}} \right)}$$

Obteniendo D= 126.00 mm por lo que se toma los siguientes valores:

Capa del pavimento = 15 cm

Capa de la sub base = 15 cm.

3.4. ETAPA 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se tomó como tasa de descuento: 8% (Ver imagen N° 20)

Tabla 15. VAN Y TIR del pavimento flexible (elementos de la estructura del pavimento)

AÑO	INVERSIÓN	COSTO DE O.M	BENEFICIOS	FLUJO NETO	$(FN/(1+Td)^{año})$
0	203614.03			-203614.03	
1		1067.56	120298.94	119231.38	110399.43
2		2235.49	120298.94	118063.45	101220.38
3		1067.56	120298.94	119231.38	94649.71
4		2235.49	120298.94	118063.45	86780.16
5		1067.56	120298.94	119231.38	81146.87
6		2235.49	120298.94	118063.45	74400.00
7		1067.56	120298.94	119231.38	69570.36
8		2235.49	120298.94	118063.45	63786.01
9		1067.56	120298.94	119231.38	59645.37
10		2235.49	120298.94	118063.45	54686.22
11		1067.56	120298.94	119231.38	51136.29
12		2235.49	120298.94	118063.45	46884.62
13		1067.56	120298.94	119231.38	43841.13
14		2235.49	120298.94	118063.45	40196.00
15		1067.56	120298.94	119231.38	37586.70
16		2235.49	120298.94	118063.45	34461.60
17		1067.56	120298.94	119231.38	32224.54
18		2235.49	120298.94	118063.45	29545.26
19		1067.56	120298.94	119231.38	27627.35
20	-203614.03	2235.49	120298.94	321677.48	69015.33

Fuente: elaboración propia

TIR 58.34% VAN 1005189.31

Tabla 16. VAN Y TIR del pavimento rígido (elementos de la estructura del pavimento)

AÑO	INVERSIÓN	COSTO DE O.M	BENEFICIOS	FLUJO NETO	$(FN/(1+Td)^{año})$
0	637052.99			-637052.99	
1		1067.56	120298.9391	119231.3791	110399.43
2		1067.56	120298.9391	119231.3791	102221.69
3		1067.56	120298.9391	119231.3791	94649.71
4		1067.56	120298.9391	119231.3791	87638.62
5		1067.56	120298.9391	119231.3791	81146.87
6		1067.56	120298.9391	119231.3791	75135.99
7		1067.56	120298.9391	119231.3791	69570.36
8		1067.56	120298.9391	119231.3791	64417.00
9		1067.56	120298.9391	119231.3791	59645.37
10		4289.11	120298.9391	116009.8291	53735.00
11		1067.56	120298.9391	119231.3791	51136.29
12		1067.56	120298.9391	119231.3791	47348.42
13		1067.56	120298.9391	119231.3791	43841.13
14		1067.56	120298.9391	119231.3791	40593.64
15		1067.56	120298.9391	119231.3791	37586.70
16		1067.56	120298.9391	119231.3791	34802.50
17		1067.56	120298.9391	119231.3791	32224.54
18		1067.56	120298.9391	119231.3791	29837.54
19		1067.56	120298.9391	119231.3791	27627.35
20	-637052	4289.11	120298.9391	753062.8191	16568.28

Fuente: elaboración propia

VAN 668073.46

TIR

18.70 %

IV. DISCUSIÓN

Según los ensayos de CBR realizados, verificados por un laboratorio de mecánica de suelos, el valor obtenido (9%) se encuentra dentro de los valores permisibles para ser usados como subrasante considerándose para el Manual de sección suelos y pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones como un suelo para subrasante regular al estar dentro del rango de 6 a 10%, así mismo es clasificado como un suelo Arcilloso CL según SUCS y un suelo A-4 según AASHTO; con un valor de grupo de 4 dentro del rango regular.

Según el diseño del Pavimento Flexible utilizando el Método AASHTO-1993, se tiene como espesores lo siguiente: Carpeta Asfáltica de 6 cm, Base Granular de 10 cm y la Sub-base Granular de 20 cm; teniendo el pavimento flexible un espesor total de 36 cm, según los resultados obtenidos, con estos valores se cumple cual cumple con los requisitos mínimos de diseño, es decir los espesores mínimos de carpeta asfáltica.

Evaluando la presente tesis con la utilizada en los antecedentes de BRUNO Milton, 2014 denominada “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO Y UN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA RUTA S/R: SANTA ELVIRA – EL ARENAL, EN LA COMUNA DE VALDIVIA” tuvo un objetivo similar, realizar un análisis comparativo entre un pavimento rígido y uno flexible utilizado como alternativa en la pavimentación la ruta Santa Elvira – El Arenal en la comuna de Valdivia, basándose en el comportamiento que tienen cada uno de estos, partiendo de la base de que las dos alternativas, son soluciones satisfactorias para el proyecto de pavimentación es por eso que en la presente investigación se satisface con que ambos pavimentos cumplen las condiciones técnicas y sus diseños serán aptos de acuerdo a las condiciones de la zona de estudio , en este caso el factor preponderante se vuelve el factor económico; según sus los resultados obtenidos se obtuvo que para el tramo que une Santa Elvira y El Arenal ubicado en Valdivia en la Región de los Ríos, se elegirá construir un pavimento flexible, sin embargo esta primera afirmación vendría a ser cierta en la presente investigación en lo que difiere es que no se ha hecho una evaluación a futuro es por eso el cambio de alternativa, ya que al ser nuestra zona de estudio

una zona con poca carga de tránsito los precios en pavimentos rígidos disminuyen y evaluados a futuro tiene un mayor beneficio económico.

Considerando que, **Según (Rengifo, Kimiko 2014)** en su tesis “**DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA NUEVA CARRETERA PANAMERICANA NORTE EN EL TRAMO DE HUACHO A PATIVILCA (KM 188 A 189)**”, en donde tuvo como objetivo el diseño del pavimento tanto flexible como rígido considerando para el tipo flexible se utiliza la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la del Instituto del Asfalto (IA), mientras que para el rígido se utilizó también la de la AASHTO y la de la Portland Cement Association (PCA), en donde tuvo como una de sus conclusiones que haciendo una comparación entre ambas alternativas se obtuvo que el pavimento flexible es más económico que el rígido con un margen de diferencia de casi S/. 260,000 o 19% aproximadamente”, en el caso de nuestra investigación se llega a un costo inicial en donde el valor inicial del pavimento flexible es menor considerablemente del pavimento rígido.

V. CONCLUSIONES

Se realizaron los estudios de suelos respectivos de acuerdo con los procedimientos del Manual de ensayo de materiales y cumpliendo con las especificaciones del Manual de Suelos del Ministerio de transporte y comunicaciones, encontrándose con que la zona de estudio cuenta suelo, según la clasificación AASHTO, de categoría A-4 pudiéndose considerar como un suelo de regular a malo; con relación a la clasificación SUCS, se describe como un suelo de clase CL, que viene a ser un suelo arcilloso de material inorgánico; además, tomando en cuenta los parámetros necesarios se efectuó el Proctor modificado obteniendo una humedad óptima de 9.7, que se encuentra por encima de la humedad natural, en un ensayo de densidad controlada. Con el valor de la humedad se realizó el ensayo del CBR obteniendo un valor del 9 el cual se encuentra dentro de los límites accesibles para ser usado como subbase, considerándose un suelo regular.

Se realizó el diseño del pavimento flexible teniendo en cuenta principalmente la capacidad de resistencia del suelo, relacionado al CBR, y el tráfico de diseño, proyectado a 15 años; tomándose en cuenta criterios del Ministerio de transporte y comunicaciones y del AASHTO 93, se calculó que la carpeta asfáltica necesaria es de 6 cm, la base de 10 cm y la sub base de 20 cm.

Se realizó el diseño del pavimento rígido teniendo en cuenta principalmente la capacidad de resistencia del suelo, relacionado al CBR, y el tráfico de diseño, proyectado a 25 años; tomándose en cuenta criterios del Ministerio de transporte y comunicaciones y del AASHTO 93, se calculó que la carpeta de rodadura necesaria es de 15 cm y la sub base de 15 cm.

Se obtuvo mediante el método del Valor Actual Neto que el pavimento rígido tiene un menor valor, por lo cual, al tener los mismos beneficios supuestos, se concluye que conllevará mayores beneficios económicos evaluado en un período de 20 años.

VI. RECOMENDACIONES

Analizar un diseño con un suelo estabilizado, el cual conllevaría a un mejor suelo de fundación, esta alternativa podría ser evaluada para un diseño más seguro, porque si bien nuestro CBR está dentro de los valores aceptables, una estabilización del suelo subiría la capacidad portante de la subrasante.

Se debe elaborar, en todo estudio de pavimentación, un adecuado conteo vehicular ya que es el factor en el que se basa muchos cálculos y consideraciones, y permitirá además que el ingeniero responsable del proyecto tome decisiones de diseño en relación con el tipo de carga.

Ampliar, para una mayor exactitud, los parámetros de evaluación, considerando no solo los elementos estructurales, sino el diseño geométrico, drenaje y señalización para poder dotar datos generales de los gastos para realizar una inversión pública.

Los proyectos de inversión pública deberían verificar obligatoriamente costos a futuro para poder tomar mejores decisiones de inversión, considerando así mismo los gastos de operación y mantenimiento vinculados a la obra.

VII. REFERENCIAS

-ALCALLE, Ruben. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS EN PAVIMENTOS URBANIZACIÓN “LA AURORA”. Tesis (Titulo ingeniería civil). Oruro: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE ORURO 2007. 314 pp.

-AMADO, Catherin. Análisis del costo en el ciclo de vida para dos alternativas de pavimento. Tesis (Especialista en Pavimentos). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15398/1/PROYECTO%20DE%20GRADO.pdf>

-AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (EEUU): AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES. Washington:444N,1993. 624pp

-BECERRA, Mario. “Comparación técnico-económica de las alternativas de pavimentación flexible y rígida a nivel de costo de inversión. Tesis (Titulo ingeniería civil). PIURA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA 2015. 60 pp.

- BURGOS, BRUNO. “Análisis Comparativo Entre Un Pavimento Rígido Y Un Pavimento Flexible Para La Ruta S/R: Santa Elvira – El Arenal, En La Comuna De Valdivia. Tesis (Titulo ingeniería civil). Valdivia: UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE 2015. 111 pp.

- DURAVIA. DURAVIA concretando caminos. 13 de noviembre del 2013. Disponible en: <http://www.duravia.com.pe/wp-content/uploads/COLECCIONABLE-DURAVIA-V.2.pdf>

-HERNANDEZ, Roberto;FERNANDEZ, Carlos; BAPTISTA, María. 5ta ed. México D.F: Metodología de la investigación. inc., 2012 (Fecha de consulta: 28 de mayo del 2018) Disponible en: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

-HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN (Mensaje en un blog). (2009). (Fecha de consulta 20 de junio del 2018). Recuperado de: <http://manuelgalan.blogspot.com/2009/08/las-hipotesis-en-la-investigacion.html>

- KIMIKO, Rengifo. Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (KM 188 a 189). Tesis (Titulo ingeniería civil). Lima: PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ 2015. 253 pp.

-MENENDEZ, José. Ingeniería de pavimentos materiales, diseño y conservación. 3ra ed. FONDO EDITORIAL ICG: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2012. 344 pp. ISBN: 201210906

-MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (Perú). Del 2014: Mantenimiento o conservación vial. 2014,660 pp.

-MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (Perú). Del 2016: Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos. 2014,302 pp.

-MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (Perú). Del 2016: Manual de ensayo de materiales. 2016,1269 pp.

-MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZA (Perú). Del 2014: Parámetros de Evaluación Social. 2017, 7 pp. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/anexo3_directiva002_2017EF6301.pdf

-MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZA (Perú). Del 2013: Anexo SNIP 10 Parámetros de evaluación. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/anexos/new_direc/v12/05.3_Anexo_SNIP_10_modificado_por_RD_006-2012.pdf

-MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZA (Perú). Del 2014: Pautas Para la Identificación, Formulación y Evaluación Social De Pip A Nivel De Perfil. 2014, 40 pp. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac_12/Pautas_para_la_Formulaci_y_Evaluaci_de_PIP_de_Transportex_a.pdf

-RONDON, Hugo y REYES, Fredy.PAVIMENTOS.Materiales, construcción y diseño. Bogotá: EDITORIAL MACRO, 2015. 605 pp. ISBN: 9786123042639

-TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS (Mensaje en un blog). Chimbote, (2013). (Fecha de consulta 05 de junio del 2018). Recuperado de: <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/23.pdf>

-VALOR ACTUAL NETO Y TASA DE RETORNO: SU UTILIDAD COMO HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN (Mensaje en un blog). La paz, (11 de enero del 2014). (Fecha de consulta 01 de junio del 2018). Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2014000100006.

ANEXOS

IMÁGENES

Imagen 01. Número de calicatas para exploración de suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

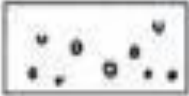

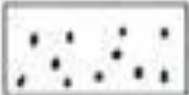

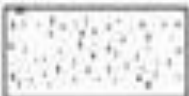

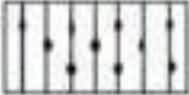


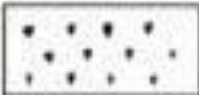





Fuente: Manual de sección, suelos y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Imagen 02. Número de ensayos CBR

Tipo de Carretera	Nº M _R y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 M_R cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

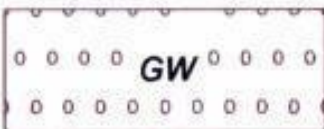







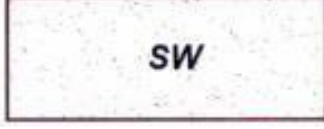

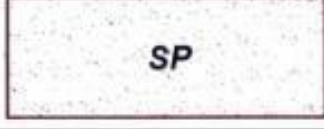

Fuente: Manual de sección, suelos y pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.



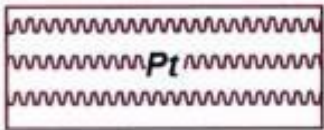
Imagen 03. Signos convencionales para perfil de calicatas-clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Fuente: Simbología AASHTO.

Imagen 04. Signos convencionales para perfil de calicatas-clasificación SUCS

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Fuente: Manual de ensayos del MTC

Imagen 05. Clasificación de suelos según su tamaño

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Imagen 06. Clasificación de suelos según índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Imagen 07. Clasificación de suelos basado en AASHTO M 145

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N° 10)	máx. 50											
0.425 mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50	mín. 51									
F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)												
Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)												
LL: Límite de Líquido				máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	Mín. 41	máx. 40	mín. 41	mín. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11 ^(A)	mín. 11 ^(B)
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno						Regular a insuficiente					

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Imagen 07. Clasificación de suelos basado en el sistema SUCS

DIVISION PRINCIPAL			SIMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACION					
SUELOS DE GRANOS GRUESOS 50% o más es retenido en el tamiz No. 200	GRAVAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz No. 4	GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien gradadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Mayor que 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3 Si los criterios para GW no se cumplen					
			GP	Gravas y mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos o sin finos						
			GM	Gravas limosas, mezclas de grava - arena y limo						
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava - arena y arcilla						
	ARENAS Más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz No. 4	ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas y arenas gravosas bien gradadas con pocos finos o sin finos	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Superior a 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3 Si no se cumplen los criterios para SW					
			SP	Arenas y arenas gravosas mal gradadas con pocos finos o sin finos						
		ARENAS CON FINOS	SM	Arenas limosas, mezclas de arena limo	Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" o índice de plasticidad inferior a 4. Límites de Atterberg sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7. Para los límites de Atterberg localizados en el área sombreada se debe clasificar utilizando símbolos dobles.					
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla						
			SUELOS DE GRANOS FINOS 50% o más pasa por el tamiz No. 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido de 50% o inferior			ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas		
							CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla		
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad									
LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido superior a 50%	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o de diatomeas limos elásticos								
	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas								
	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media								
Suelos altamente orgánicos				PT	Turba, estiércol y otros suelos altamente orgánicos	Para la identificación visual y manual, véase ASTM norma D 2488				

Fuente: mindmeister, rescatado de: <https://www.mindmeister.com/sistema-unificado-de-la-clasificacion-de-los-suelos>

Imagen 08. Producto bruto interno total per-cápita

Año	Producto Bruto Interno		Población ¹¹	Producto Bruto Interno por habitante		Tasa Anual de Crecimiento del Deflactor Implícito del PBI
	Millones de Soles	Tasas Anuales de Crecimiento		Soles	Tasas Anuales de Crecimiento	
2002	192,691	5.6	26,739,379	7,206	4.1	0.1
2003	204,337	6.0	27,103,457	7,539	4.6	1.8
2004	227,935	11.5	27,460,073	8,301	10.1	6.3
2005	250,749	10.0	27,810,540	9,016	8.6	3.5
2006	290,271	15.8	28,151,443	10,311	14.4	7.7
2007	319,693	10.1	28,481,901	11,224	8.9	1.5
2008	352,719	10.3	28,807,034	12,244	9.1	1.1
2009	363,943	3.2	29,132,013	12,493	2.0	2.1
2010	416,784	14.5	29,461,933	14,147	13.2	5.7
2011	473,049	13.5	29,797,694	15,875	12.2	6.7
2012	508,131	7.4	30,135,875	16,861	6.2	1.2
2013	543,670	7.0	30,475,144	17,840	5.8	1.1
2014P/	570,868	5.0	30,814,175	18,526	3.8	2.6
2015P/	604,802	5.9	31,151,643	19,415	4.8	2.6
2016E/	646,803	6.9	31,488,625	20,541	5.8	2.9

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Imagen 09. Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según departamento, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007

Departamento	Tasa de Crecimiento Promedio Anual (%)				
	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007
Total	2.2	2.9	2.5	2.2	1.5
Amazonas	2.9	4.6	3.0	2.4	0.8
Áncash 1/	1.5	2.0	1.4	1.2	0.8
Apurímac	0.5	0.6	0.5	1.4	0.4
Arequipa	1.9	2.9	3.2	2.2	1.6
Ayacucho	0.6	1.0	1.1	-0.2	1.5
Cajamarca 1/	2.0	1.9	1.2	1.7	0.7
Prov. Const. del Callao 2/	4.6	3.8	3.6	3.1	2.2
Cusco	1.1	1.4	1.7	1.8	0.9
Huancavelica	1.0	0.8	0.5	0.9	1.2
Huánuco 1/	1.6	2.1	1.6	2.7	1.1
Ica	2.9	3.1	2.2	2.2	1.6
Junín 1/	2.1	2.7	2.2	1.6	1.2
La Libertad 1/	2.0	2.8	2.5	2.2	1.7
Lambayeque	2.8	3.8	3.0	2.6	1.3
Lima	4.4	5.0	3.5	2.5	2.0
Loreto 1/	2.8	2.9	2.8	3.0	1.8
Madre de Dios	5.4	3.3	4.9	6.1	3.5
Moquegua	2.0	3.4	3.5	2.0	1.6
Pasco 1/	2.0	2.3	2.0	0.5	1.5
Piura	2.4	2.3	3.1	1.8	1.3
Puno	1.1	1.1	1.5	1.6	1.1
San Martín	2.6	3.0	4.0	4.7	2.0
Tacna	2.9	3.4	4.5	3.6	2.0
Tumbes	3.7	2.9	3.4	3.4	1.8
Ucayali 1/	6.8	5.9	3.4	5.6	2.2
Provincia de Lima 3/	5.2	5.7	3.7	2.7	2.0
Región Lima 4/	2.0	1.9	1.9	1.3	1.5

1/ Reconstituidos de acuerdo a la División Político Administrativa de 2007, considerando los cambios ocurridos en cada uno de los departamentos en los periodos correspondientes.

2/ Por mandato Constitucional del 22 de abril de 1857, se reconoce como Provincia Constitucional del Callao a la Provincia Litoral del Callao.

3/ Comprende los 43 distritos de la provincia de Lima.

4/ Comprende las provincias de Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Oyón y Yauyos.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Imagen 10. Nivel recomendado de confiabilidad

Clasificación Funcional	Nivel Recomendado de Confiabilidad	
	Urbano	Rural
Interestatal y otras vías	85-99.9	80-99.9
Arterias Principales	80-99	75-95
Colectores	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80
R = 80%		

Fuente: Guía de AASHTO 93

Imagen 11. Valores de desviación estándar normal (zr) para diferentes niveles de confiabilidad

Confiabilidad R (%)	Desviación Estandar Normal (ZR)	Confiabilidad R (%)	Desviación Estandar Normal (ZR)
50	0.000	93	-1.476
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.340	99.9	-3.090
92	-1.405	99.99	-3.750

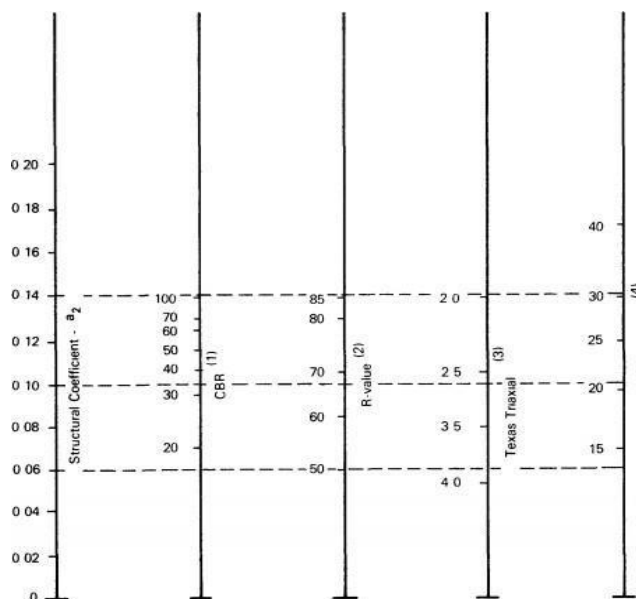
Fuente: Guía de AASHTO 93

Imagen 12. Módulo resiliente obtenido por correlación con CBR

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M_R) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M_R) (MPa)	CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M_R) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M_R) (MPa)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

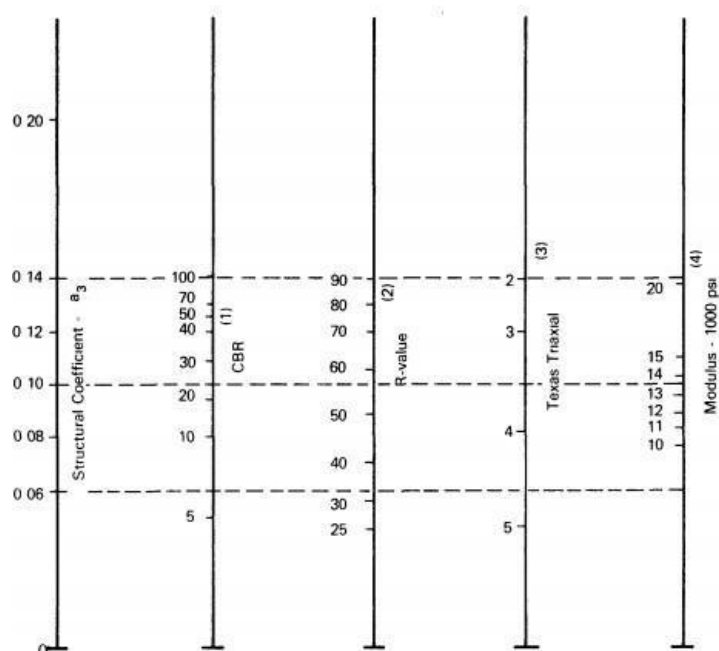
Fuente: Sección suelos y pavimentos manual del MTC pág. 132

Imagen 13. Coeficiente de variación en la capa de la base granular



Fuente: Guía de AASHTO 93

Imagen 14. Coeficiente de variación en la capa de la sub-base granular



Fuente: Guía de AASHTO 93

Imagen 15. Factor direccional y factor carril de acuerdo al número de calzadas y numero de sentidos

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de sección, suelos y pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Imagen 16. Costo modular de operación vehicular a precios económicos US\$-vehículo-km

**Costo Modular de Operación Vehicular a Precios Económicos
US\$-Vehículo-Km**

Región	Tografía	Superficie	Estado	Auto	Camla	Bus med	Bus gran	Cam 2e	Cam 3e	Articulado
Selva	L	AFI	M	0,448	0,399	0,908	0,862	1,591	1,832	2,014
Selva	L	AFI	R	0,309	0,309	0,671	0,696	1,044	1,293	1,525
Selva	L	ASF	B	0,252	0,277	0,547	0,622	0,680	0,928	1,202
Selva	L	ASF	M	0,317	0,317	0,684	0,622	1,102	1,343	1,566
Selva	L	ASF	R	0,269	0,293	0,597	0,655	0,837	1,086	1,334
Selva	L	SAF	M	0,480	0,415	0,957	0,903	1,699	1,939	2,113
Selva	L	SAF	R	0,374	0,350	0,783	0,771	1,318	1,558	1,765
Selva	L	TRO	M	0,537	0,472	1,069	0,995	1,923	2,163	2,312
Selva	L	TRO	R	0,448	0,399	0,908	0,862	1,591	1,832	2,014
Selva	O	AFI	B	0,285	0,399	0,659	0,870	1,152	1,525	1,873
Selva	O	AFI	M	0,456	0,505	0,945	1,102	1,890	2,271	2,503
Selva	O	AFI	R	0,309	0,423	0,709	0,912	1,318	1,699	2,022
Selva	O	ASF	B	0,252	0,374	0,572	0,821	0,920	1,301	1,682
Selva	O	ASF	M	0,317	0,423	0,721	0,928	1,376	1,749	2,064
Selva	O	ASF	R	0,269	0,391	0,634	0,854	1,094	1,467	1,823
Selva	O	SAF	M	0,480	0,529	0,995	1,144	2,006	2,387	2,602
Selva	O	SAF	R	0,383	0,456	0,821	0,995	1,608	1,981	2,254
Selva	O	TRO	M	0,545	0,578	1,106	1,243	2,238	2,619	2,801
Selva	O	TRO	R	0,456	0,505	0,945	1,102	1,890	2,271	2,503
Sierra	A	AFI	B	0,319	0,556	0,749	1,207	1,557	2,048	2,539
Sierra	A	AFI	M	0,491	0,679	1,049	1,490	2,398	2,905	3,313
Sierra	A	AFI	R	0,352	0,581	0,799	1,257	1,748	2,239	2,714
Sierra	A	ASF	B	0,286	0,532	0,649	1,141	1,307	1,798	2,306
Sierra	A	ASF	M	0,352	0,589	0,812	1,282	1,807	2,306	2,764
Sierra	A	ASF	R	0,303	0,548	0,712	1,190	1,490	1,990	2,481
Sierra	A	SAF	M	0,523	0,711	1,124	1,548	2,531	3,039	3,447
Sierra	A	SAF	R	0,425	0,630	0,949	1,365	2,073	2,572	3,014
Sierra	A	TRO	M	0,581	0,769	1,224	1,665	2,797	3,313	3,705
Sierra	A	TRO	R	0,491	0,687	1,061	1,490	2,398	2,905	3,322
Sierra	L	AFI	B	0,294	0,303	0,637	0,691	0,932	1,190	1,465
Sierra	L	AFI	M	0,474	0,417	0,949	0,907	1,673	1,923	2,115
Sierra	L	AFI	R	0,319	0,327	0,699	0,733	1,099	1,357	1,607
Sierra	L	ASF	B	0,262	0,286	0,562	0,649	0,708	0,974	1,265
Sierra	L	ASF	M	0,327	0,327	0,712	0,741	1,157	1,415	1,648
Sierra	L	ASF	R	0,278	0,303	0,612	0,683	0,874	1,141	1,407
Sierra	L	SAF	M	0,507	0,442	1,011	0,949	1,790	2,040	2,223
Sierra	L	SAF	R	0,392	0,360	0,824	0,808	1,382	1,640	1,856
Sierra	L	TRO	M	0,564	0,491	1,124	1,041	2,023	2,273	2,431
Sierra	L	TRO	R	0,474	0,417	0,949	0,907	1,673	1,923	2,115
Sierra	O	AFI	B	0,294	0,425	0,687	0,916	1,215	1,607	1,973
Sierra	O	AFI	M	0,474	0,532	0,999	1,157	1,990	2,389	2,631
Sierra	O	AFI	R	0,327	0,442	0,749	0,966	1,390	1,782	2,123
Sierra	O	ASF	B	0,262	0,392	0,599	0,866	0,974	1,365	1,773
Sierra	O	ASF	M	0,335	0,450	0,762	0,974	1,449	1,840	2,173
Sierra	O	ASF	R	0,286	0,409	0,649	0,899	1,149	1,548	1,923
Sierra	O	SAF	M	0,507	0,556	1,049	1,207	2,106	2,506	2,739
Sierra	O	SAF	R	0,401	0,482	0,862	1,049	1,690	2,081	2,373
Sierra	O	TRO	M	0,572	0,613	1,161	1,307	2,356	2,756	2,947
Sierra	O	TRO	R	0,474	0,532	0,999	1,157	1,990	2,389	2,631

A precios Noviembre 2010

Fuente: Resultados del Modelo HDM-III

Fuente: Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública


Imagen 20. Tasa social de descuento general, 2017

Tasa Social de Descuento General

Parámetro	Valor
Tasa Social de Descuento	8%

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

CUADRO N° 01. Ensayo para la determinación del contenido de humedad natural



UCV

UNIVERSIDAD

CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE SUELOS


ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

NTP 339.127 / ASTM D2216

TESIS:		ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM			
CALICATA	1	UBICACIÓN	MARIAM-PTO2	PROF. (m)	1.50
1	N° DEL RECIPIENTE		1	2	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		25.8	26.8	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		195.2	159.7	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		181.5	148.7	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g)		13.7	11.0	
6	PESO DEL SUELO SECO (g)		155.7	121.9	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.8	9.0	8.9

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 02. Análisis granulométrico por tamizado

	LABORATORIO DE SUELOS				
	ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO				
CALICATA	1	UBICACIÓN	MARIAM - PTO.02	PROF. (m)	1.5
PESO INICIAL HÚMEDO	1976.509				
% HUMEDAD	8.9				
PESO DE LA HUMEDAD	175.909				
PESO INICIAL SECO	1800.6	PESO RETENIDO (grs.)	% PARCIAL RETENIDO (grs.)	% ACUMULADO	
MALLAS	DIÁMETRO			RETENIDO	QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	0.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	0.0
1½"	37.500	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	25.000	87.8	1712.8	4.9	95.1
¾"	19.000	24.3	1688.5	1.3	93.8
½"	12.500	8.5	1680.0	0.5	93.3
⅜"	9.500	2.1	1677.9	0.1	93.2
¼"	6.250	8.7	1669.2	0.5	92.7
Nº4	4.750	6.6	1662.6	0.4	92.3
Nº10	2.000	46.7	1615.9	2.6	89.7
Nº20	0.850	102.8	1513.1	5.7	84.0
Nº40	0.425	205.2	1307.9	11.4	72.6
Nº60	0.250	68.4	1239.5	3.8	68.8
Nº140	0.106	185.0	1054.5	10.3	58.6
Nº200	0.075	45.0	1009.5	2.5	56.1

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 03. Ensayos para la determinación de los límites de Atterberg

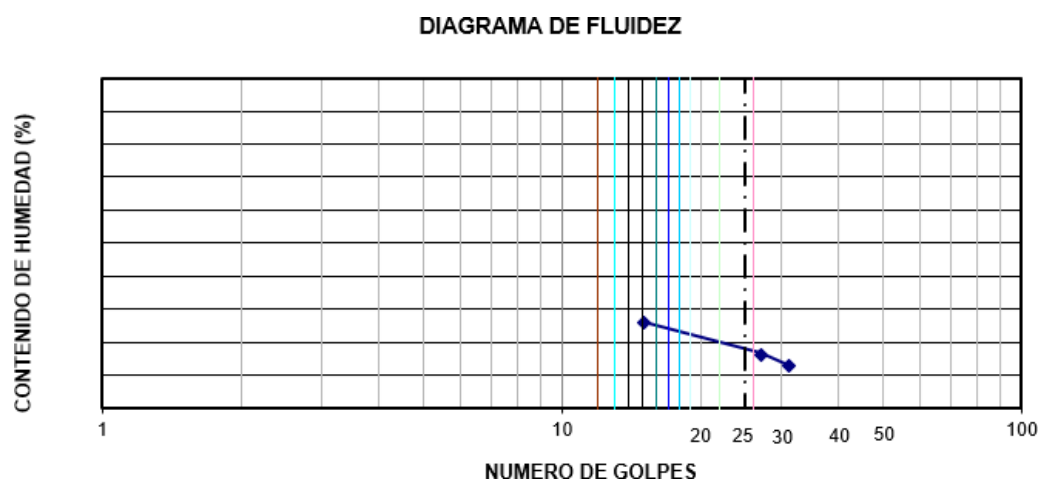
LABORATORIO DE SUELOS

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA
URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM

CALICATA	01	MUESTRA	:	1	PROF. (m)	:	1.50
				LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO
PRUEBA Nº				1	2	3	
RECIPIENTE Nº				16	3	1	
NÚMERO DE GOLPES				31	27	15	
1	PESO DEL RECIPIENTE	(g)	25.8	27.07	27.17		5.640
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)	32.113	32.68	34.49		7.500
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	30.84	31.50	32.78		7.246
4	PESO DEL AGUA	(g)	1.27	1.18	1.71		0.254
5	PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.04	4.43	5.61		1.606
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.26	26.64	30.48		15.816

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 04. Diagrama de fluidez para el límite líquido



Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 05. Porcentajes de los límites de Atterberg calculados en laboratorio

LÍMITE LÍQUIDO :	26.5%
LÍMITE PLÁSTICO :	15.8%
ÍNDICE PLÁSTICO :	10.659%

Fuente: Elaboración propia

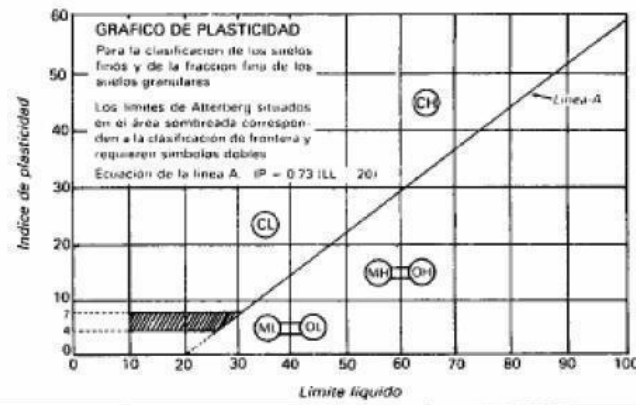
CUADRO N° 06. Clasificación según AASHTO de la muestra de suelo en estudio

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N° 10)	máx. 50											
0.425 mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50	min. 51									
F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)												
Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)												
LL: Límite de Líquido				máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	máx. 40	Min. 41	máx. 40	min. 41	min. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11 (a)	min. 11 (b)
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillos		
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno						Regular a insuficiente					

Fuente: Guía de AASHTO 93

CUADRO N° 07. Clasificación según SUCS de la muestra suelo en estudio

DIVISION PRINCIPAL		SÍMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS		CRITERIO DE CLASIFICACION		
SUELOS DE GRANOS GRUESOS 50% o más es retenido en el tamiz No. 200	GRAVAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz No. 4	GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien gradadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos	Clasificación basada en el porcentaje de finos Menos del 5% pasa por el tamiz No. 200 GW, GP, SW, SP Más del 5% y menos del 12% pasa por el tamiz No. 200 GM, GC, SM, SC 15% a 12% pasa por el tamiz No. 200 Para clasificación de frontera se necesitan símbolos dobles	$C_u = \frac{D_{60}D_{10}}{(D_{30})^2}$ Mayor que 4 $C_c = \frac{D_{30}}{D_{10} - D_{60}}$ Entre 1 y 3	
			GP	Gravas y mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos o sin finos		Si los criterios para GW no se cumplen	
			GM	Gravas limosas, mezclas de grava - arena y limo		Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" o índice de plasticidad inferior a 4.	
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava - arena y arcilla		Límites de Atterberg sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7.	
	ARENAS Más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz No. 4	ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas y arenas gravosas bien gradadas con pocos finos o sin finos		$C_u = \frac{D_{60}D_{10}}{(D_{30})^2}$ Superior a 6 $C_c = \frac{D_{30}}{D_{10} - D_{60}}$ Entre 1 y 3	
			SP	Arenas y arenas gravosas mal gradadas con pocos finos o sin finos		Si no se cumplen los criterios para SW	
			SM	Arenas limosas, mezclas de arena limo		Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" o índice de plasticidad inferior a 4.	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla		Límites de Atterberg sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7.	
			SUELOS DE GRANOS FINOS 50% o más pasa por el tamiz No. 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido de 50% o inferior	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas	
					CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla	
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad						
LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido superior a 50%	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micaceos o de diatomeas limos elásticos					
	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas					
	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media					
	Suelos altamente orgánicos	PT		Turba, estiércol y otros suelos altamente orgánicos	Para la identificación visual y manual, véase ASTM norma D 2488		



Fuente: Guía de AASHTO 93

CUADRO N° 08. Ensayo de compactación, proctor modificado



LABORATORIO DE SUELOS

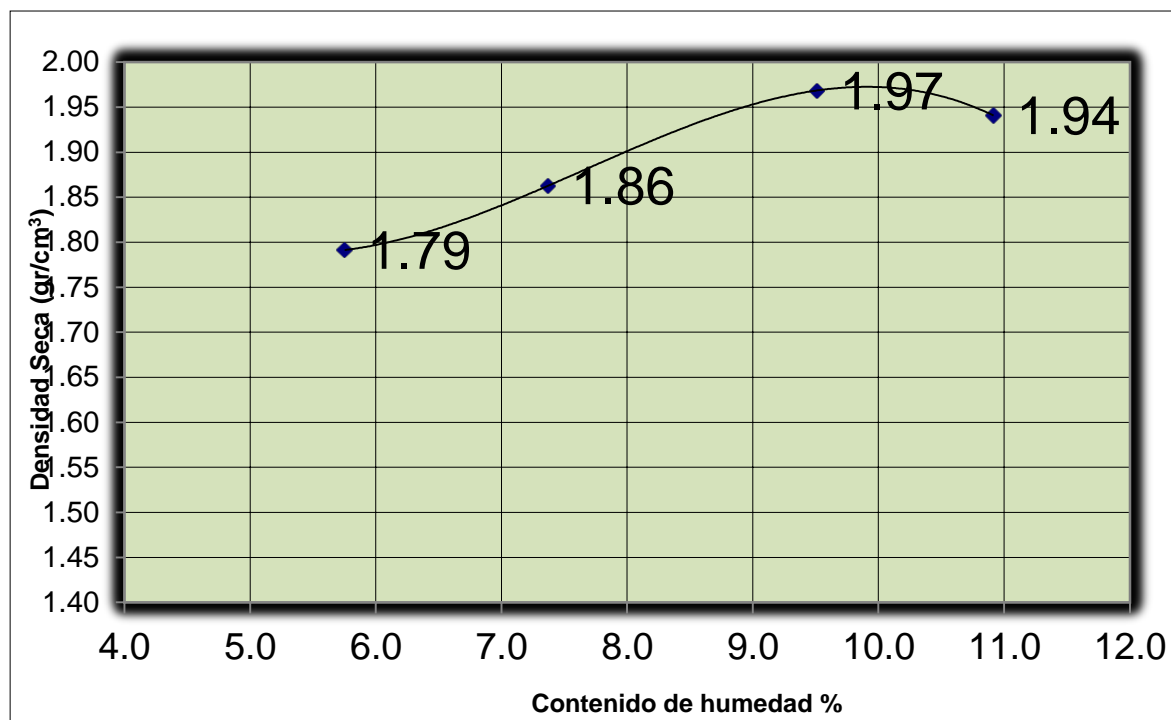
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

ASTM D 1556

MOLDE N°	4"	Volumen de Molde (cc):	944.5	Tipo de Molde:	4"	Temperatura Secado (°C):	
CAPAS N°	5	Golpes (N°):	25	Peso de Molde (gr.):	2079	Método:	
MUESTRA	N°	1	2	3	4	5	
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Grs.	3864.4	3965.2	4113.3	4111.3	4084.6	
PESO DEL MOLDE	Grs.	2075.2	2076.2	2077.2	2078.2	2079.2	
PESO DEL SUELO HUMEDO	Grs.	1789.200	1889.000	2036.100	2033.100	2005.400	
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	Grs/c.c.	1.894	2.000	2.156	2.153	2.123	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE	N°	1	2	3	4	5	
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Grs.	89.8	69.2	69.8	59.7	109.5	
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Grs.	86.3	66.2	65.9	56.5	100.4	
PESO DE LA CAPSULA	Grs.	26.7	25.8	25.9	27.6	29.3	
PESO DEL AGUA (8)-(9)	Grs.	3.43	2.98	3.81	3.16	9.19	
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	Grs.	59.6	40.4	40.1	29.0	71.1	
HUMEDAD (10)/(11)	%	5.8	7.4	9.5	10.9	12.9	
DENSIDAD DE SUELO SECO (5)/(1+12/100)	Grs/c.c.	1.79	1.86	1.97	1.94	1.88	

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 09. Cuadro para cálculo de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad basándonos en los resultados de compactación – proctor modificado



Fuente: Elaboración propia

CUADRO 10. Compactación CBR con el óptimo contenido de humedad

MOLDE	1		2		3				
H molde (mm)	152		152		152				
N° Capas	5		5		5				
N°Golg x Capa	12		26		55				
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR	DESPUÉS			
P. Húm.+ Molde	11565.20	11566.03	12958.18	12959.60	13215.23	13216.21			
Peso Molde (gr)	7550.40	7550.40	8627.10	8627.10	8711.10	8711.10			
Peso Húmedo (gr)	4014.80	4015.63	4331.08	4332.50	4504.13	4505.11			
Vol. Molde (cc)	2758.17	2758.17	2865.12	2865.12	2868.12	2868.12			
Densidad H.(gr/cc)	1.46	1.46	1.51	1.51	1.57	1.57			
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P.Húmedo + Tara	87.46	75.50	77.58	73.77	75.77	73.96	67.28	68.90	70.30
Peso Seco + Tara	82.29	71.64	73.15	69.90	72.15	70.05	63.76	65.40	66.76
Peso Agua (gr)	5.17	3.86	4.43	3.87	3.62	3.91	3.52	3.50	3.54
Peso Tara (gr)	26.82	30.20	27.50	29.80	34.76	29.80	27.55	29.25	30.20
P. Muestra Seca	55.47	41.44	47.43	40.10	37.39	40.30	36.21	36.15	36.40
Cont. Humedad	9.32%	9.31%	9.34%	9.65%	9.68%	9.70%	9.72%	9.68%	9.73%
Cont.Hum.Prom.:	9.32%		9.34%	9.67%		9.70%	9.70%		9.73%
DENSIDAD SECA	1.332		1.332	1.378		1.378	1.432		1.432

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 11. Ensayo de esfuerzo (Kg/cm2) – penetración (mm)

PENETRACIÓN		MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	26	1.32	41	2.09	67	3.41
1.27	0.050	56	2.85	79	4.02	124	6.32
1.91	0.075	83	4.23	109	5.55	161	8.20
2.54	0.100	106	5.40	145	7.38	202	10.29
5.08	0.200	165	8.40	219	11.15	297	15.13
7.62	0.300	214	10.90	272	13.85	351	17.88
10.16	0.400	262	13.34	318	16.20	382	19.46
12.70	0.500	314	15.99	362	18.44	405	20.63

FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 01. Excavación manual de la calicata N° 01 en la zona de estudio con área de 1.00m x 1.00m y una profundidad de 1.50m, para la extracción de muestra de suelo.



Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍA 02. Excavación manual de la calicata N° 02 en la zona de estudio con área de 1.00m x 1.00m y una profundidad de 1.50m, para la extracción de muestra de suelo.



Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍA 03. Excavación manual de la calicata N° 03 en la zona de estudio con área de 1.00m x 1.00m y una profundidad de 1.50m, para la extracción de muestra de suelo.



Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍA 04. La tesista determina el contenido de humedad natural del suelo tomando porciones representativas de la muestra total.



Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍA 05. La tesista realiza la compactación del suelo con el óptimo contenido de humedad en los moldes de CBR, siendo los golpes en 5 capas para cada molde de 12, 26, 55 golpes cada una.



Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍA 06. La tesista procede con la inmersión, por un tiempo de 96 horas, de los 3 moldes con diferente cantidad de golpes (12, 26 y 55 golpes) y ajusta el dial para el posterior control de expansión del suelo.



Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍA 07. Pasadas las 96 horas de inmersión de las muestras, la tesista realiza el ensayo de penetración para cada molde y procede a lecturar el esfuerzo necesario para cada milímetro de penetración (siendo los más importantes las de 0.1” y 0.2”)



Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍA 08. Se observan los 3 moldes de CBR con 12, 26 y 55 golpes luego de haber sido puestos a prueba de penetración.



Fuente: Elaboración propia

ANEXOS DE INSTRUMENTOS

1.



LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

NTP 339.127 / ASTM D2216

CALICATA		UBICACIÓN		PROF. (m)	
CANtera	-	MUESTRA			

1	N° DEL RECIPIENTE			
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)			
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)			
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)			
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g)			
6	PESO DEL SUELO SECO (g)			PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			

2.



LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 NORMA - ASTM D422

CALICATA		UBICACIÓN		PROF. (m)
CANtera	-	MUESTRA		

PESO INICIAL		PESO RETENIDO (grs.)	% PARCIAL RETENIDO (grs.)	% ACUMULADO	
MALLAS	DIÁMETRO			RETENIDO	QUE PASA
3"	75.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
1/4"	6.250				
Nº4	4.750				
Nº10	2.000				
Nº20	0.850				
Nº40	0.425				
Nº60	0.250				
Nº140	0.106				
Nº200	0.075				

3.

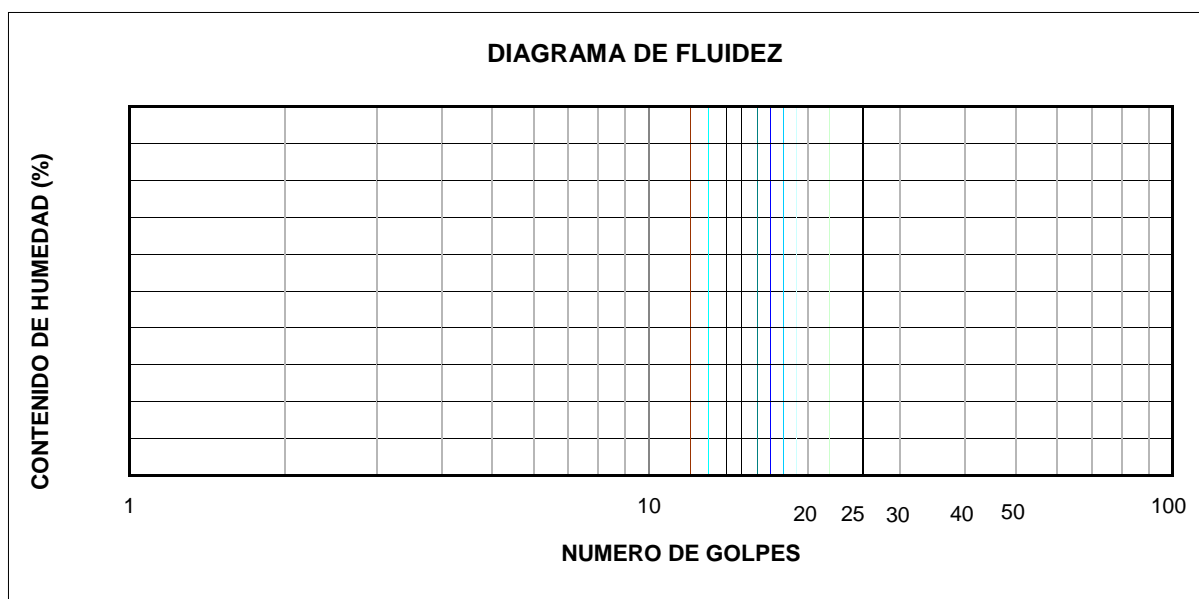


LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

CANTERA :	MUESTRA :	PROF. (m) :

		LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PRUEBA N°							
RECIPIENTE N°							
NÚMERO DE GOLPES							
1	PESO DEL RECIPIENTE (g)						
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)						
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)						
4	PESO DEL AGUA (1-2) (g)						
5	PESO DEL SUELO SECO (2-4) (g)						
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5*100) (%)						



LÍMITE LÍQUIDO :
LÍMITE PLÁSTICO :
ÍNDICE PLÁSTICO :

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)

ASTM D 1883

SOLICITANTE

UBICACIÓN

PROYECTO

PROFUNDIDAD

MUESTRA (m.)

CALICATA

MUESTRA

UBICACION

FECHA

PROGRESIVA

ENSAYADO POR

MOLDE N°	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		26		12	
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE						
PESO DE MOLDE						
PESO DE MOLDE + S. HUMEDO						
PESO DEL SUELO HUMEDO						
DENSIDAD HUMEDA						
RECIPIENTE N°						
PESO DE RECIPIENTE						
PESO DE RECI. + S. HUMEDO						
PESO DE RECI. + S. SECO						
PESO DE AGUA						
PESO DE SUELO SECO						
CONTENIDO DE HUMEDAD						
DENSIDAD SECA						

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg.)	PATRÓN (Lb/pulg ²)	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES	
		DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA UNITARIA
0.025									
0.050									
0.075									
0.100									
0.150									
0.200									
0.250									
0.300									
0.400									
0.500									

Fuente: Elaboración propia



Tabla 17. Costo de los beneficios y t/c

		Auto movil	Cmta Pick Up	Combi Rural	Camión	
COSTO DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS	CONTEO VEHICULAR	23	03	128	02	
	Costo Modular de Operación Vehicular a Precios Económicos US\$-Vehículo- Km	0.262	0.286	0.562	0.708	
	KM DE ESTUDIO	1.2	1.2	1.2	1.2	
	T/C 05/07/2018	3.291	3.291	3.291	3.291	
	TOTAL C.O.V	8524.37077	1236.770964	103924.1797	2186.89771	
VALOR DEL TIEMPO	DÍAS DEL AÑO	365	365	365	365	
	VALOR DEL TIEMPO	3.21	3.21	1.67	3.21	
	PASAJERO SOLES HORA	0.04	0.04	0.04	0.04	
	TOTAL C.V.T	1057.83257	140.598	3127.862286	100.427143	
TOTAL		9582.20334	1377.368964	107052.0419	2287.32485	120298.939

Julio - 2018											
Tipo de cambio publicado al :											
Día	Compra	Venta	Día	Compra	Venta	Día	Compra	Venta	Día	Compra	Venta
3	3.285	3.288	4	3.284	3.287	5	3.287	3.291	6	3.287	3.291
7	3.282	3.287	10	3.280	3.284	11	3.269	3.274	12	3.276	3.280
13	3.271	3.276									
Notas: 1.- El tipo de cambio publicado corresponde a la cotización de cierre de la SBS del día anterior. 2.- En los días que no se cuente con tipo de cambio publicado, se deberá tomar el del día inmediato anterior. 3.- Para efectos del Impuesto a la Renta, se deberá tomar el tipo de cambio de cierre, al 31 de Diciembre del ejercicio correspondiente.											

Fuente: Elaboración propia

ANEXOS DEL PAVIMENTO RÍGIDO

PLANILLA DE METRADOS								
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM, INDEPENDENCIA, HUARAZ – 2018							
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	MEDIDAS			AREA O PERIM.	UND	TOTAL
			ANCHO	LARGO	ALTO			
01.00.00	PAVIMENTO RÍGIDO (0+000 a 1+143 KM)							
01.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.01.01	Corte con maquinaria hasta nivel sub rasante	1.00	6.00	1,143.00	0.30	6,858.00	m3	2,057.40
01.02.00	SUB BASE							
01.02.01	Esparcido de Sub Base Granular (e=0.15 M)	1.00	6.00	1,143.00	0.15	1,028.70	m2	1,028.70
01.02.02	Nivelado y Compactado de Sub Base Granular (e=0.15)	1.00	6.00	1,143.00		6,858.00	m2	6,858.00
01.03.00	CARPETA DE CONCRETO							
01.03.01	Encofrado y Desencofrado Normal							
01.03.01.01	Encofrado normal longitudinal	4.00		1,143.00	0.15	171.45	m2	685.80
01.03.01.02	Encofrado normal transversal	656.00		3.00	0.15	0.45	m2	295.20
01.03.02	Concreto f'c=210 Kg/cm2, en Losa		6.00	1,143.00	0.15	1,028.70	m3	1,028.70
01.03.03	Curado de Concreto		6.00	1,143.00			m2	6,858.00
01.03.04	Junta Transversal Contracción 1.0" a 3.00 M	656.00		3.00			m	1,968.00
01.03.05	Junta Longitudinal de Construcción de 1"	1.00		1,143.00			m	1,143.00

Fuente: Elaboración propia.

Presupuesto

Presupuesto	0403008	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018		
Subpresupuesto	002	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO		
Cliente	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Costo al	15/07/2018
Lugar	ANCASH - HUARAZ - HUARAZ			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	PAVIMENTO RÍGIDO				637,052.99
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				6,377.94
01.01.01	CORTE CON MAQUINARIA HASTA DE LA SUBRASANTE	m3	2,057.40	3.10	6,377.94
01.02	SUBBASE				72,002.14
01.02.01	ESPARCIDO DE LA SUB BASE GRANULAR e=0.15 m	m3	1,028.70	64.86	66,721.48
01.02.02	NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE LA SUB BASE GRANULAR e=0.15 m	m2	6,858.00	0.77	5,280.66
01.03	CARPETA DE CONCRETO				558,672.91
01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFADO NORMAL LONGITUDINAL	m2	685.80	79.50	54,521.10
01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO NORMAL TRANSVERSAL	m2	295.20	79.50	23,468.40
01.03.03	CONCRETO EN ESTRUCTURAS F' C=210 Kg/cm2	m3	1,028.70	444.16	456,907.39
01.03.04	CURADO DE CONCRETO	m2	6,858.00	1.48	10,149.84
01.03.05	JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN @3.00, e=1"	m	1,968.00	4.38	8,619.84
01.03.06	JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCIÓN e=1"	m	1,143.00	4.38	5,006.34
	Costo Directo				637,052.99

SON : SEISCIENTOS TRENTISIETE MIL CINCUENTIDOS Y 99/100 SOLES

Fuente: Elaboración propia.

PLANILLA DE METRADOS DE MANTENIMIENTO							
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM, INDEPENDENCIA, HUARAZ – 2018"							
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	MEDIDAS		AREA O PERIM.	UND	TOTAL
			ANCHO	LARGO			
01.00.00	PAVIMENTO RÍGIDO (0+000 a 1+143 KM)						
01.01.00	MANTENIMIENTO RUTINARIO						
	LIMPIEZA DE LA CALZADA	1.00	0.60	1,143.00	685.80	M2	685.80
	CORTE DE LA VEGETACIÓN	1.00	0.60	1,143.00	685.80	M	685.80
	REPARACIÓN DE DAÑOS DE LOS PAVIMENTOS	1.00		114.30	114.30	M	114.30
	MANTENIMIENTO PERIODICO						
	REPARACIÓN DE DAÑOS DE LOS PAVIMENTOS	1.00		114.30	114.30	M	114.30
	REPARACION DE FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	6.00		0.10	0.10	M	0.60
	RESPOSICION DE JUNTAS ASFALTICAS	1.00		311.10	311.10	M	311.10

Fuente: Elaboración propia.

ANEXOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

PLANILLA DE METRADOS								
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM, INDEPENDENCIA, HUARAZ – 2018							
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	MEDIDAS			AREA O PERIM.	UND	TOTAL
			ANCHO	LARGO	ALTO			
01.00.00	PAVIMENTO FLEXIBLE (0+000 a 1+143 KM)							
0.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.01.01	Corte con maquinaria hasta nivel sub rasante	1.00	6.00	1,143.00	0.36	6,858.00	m3	2,468.88
01.02.00	SUB BASE							
01.02.01	Esparcido de Sub Base Granular (e=0.20 M)	1.00	6.00	1,143.00	0.20	1,371.60	m3	1,371.60
01.02.02	Nivelado y Compactado de Sub Base Granular (e=0.20	1.00	6.00	1,143.00		6,858.00	m2	6,858.00
01.03.00	BASE							
01.03.01	Esparcido de Base Granular (e=0.10 M)	1.00	6.00	1,143.00	0.10	685.80	m3	685.80
01.03.02	Nivelado y Compactado de Base Granular (e=0.10 M)	1.00	6.00	1,143.00		6,858.00	m2	6,858.00
01.04.00	CARPETA ASFÁLTICA							
01.04.01	Carpeta asfáltica	1.00	6.00	1,143.00		6,858.00	m2	6,858.00

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto					
Presupuesto	0403008	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018			
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE			
Cliente	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			Costo al	15/07/2018
Lugar	ANCASH - HUARAZ - HUARAZ				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	PAVIMENTO FLEXIBLE				203,614.03
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				7,653.53
01.01.01	CORTE CON MAQUINARIA HASTA DE LA SUBRASANTE	m3	2,468.88	3.10	7,653.53
01.02	SUBBASE				94,242.64
01.02.01	ESPARCIDO DE LA SUB BASE GRANULAR e=0.20 m	m3	1,371.60	64.86	88,961.98
01.02.02	NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE LA SUB BASE GRANULAR e=0.20 m	m2	6,858.00	0.77	5,280.66
01.03	BASE				70,445.38
01.03.01	ESPARCIDO DE LA BASE GRANULAR e=0.10 m	m3	685.80	87.22	59,815.48
01.03.02	NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE LA BASE GRANULAR e=0.10 m	m2	6,858.00	1.55	10,629.90
01.04	CARPETA ASFÁLTICA				31,272.48
01.04.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	6,858.00	4.56	31,272.48
	Costo Directo				203,614.03
	SON : DOSCIENTOS TRES MIL SEISCIENTOS CATORCE Y 03/100 SOLES				

Fuente: Elaboración propia.

PLANILLA DE METRADOS DE MANTENIMIENTO							
PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM, INDEPENDENCIA, HUARAZ – 2018"							
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	MEDIDAS		AREA O PERIM.	UND	TOTAL
			ANCHO	LARGO			
02.00.00	PAVIMENTO FLEXIBLE (0+000 a 1+143 KM)						
01.01.00	MANTENIMIENTO RUTINARIO						
	LIMPIEZA DE LA CALZADA	1.00	0.60	1,143.00	685.80	M2	685.80
	CORTE DE LA VEGETACIÓN	1.00	0.60	1,143.00	685.80	M	685.80
	REPARACIÓN DE DAÑOS DE LOS PAVIMENTOS	1.00		114.30	114.30	M	114.30
	REPARACIÓN DE BORDES DE LOS PAVIMENTOS	2.00		1,143.00	1,143.00	M	2,286.00
	MANTENIMIENTO PERIODICO						
	REPARACIÓN DE DAÑOS DE LOS PAVIMENTOS	1.00		114.30	114.30	M	114.30
	REPARACION DE FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	6.00		0.10	0.10	M	0.60
	BACHEO	24.00		0.20	0.20	M	4.80

Fuente: Elaboración propia

COSTO DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO

01	PAVIMENTO RÍGIDO				5,356.67
01.01	MANTENIMIENTO RUTINARIO				1,067.56
01.01.01	LIMPIEZA DE LA CALZADA	m2	685.80	0.72	493.78
01.01.02	CORTE DE LA VEGETACIÓN	m2	685.80	0.48	329.18
01.01.03	REPARACIÓN DE DAÑOS DE LOS PAVIMENTOS	m	114.30	2.14	244.60
01.02	MANTENIMIENTO PERIÓDICO				4,289.11
01.02.01	REPARACIÓN DE DAÑOS DE LOS PAVIMENTOS	m	114.30	2.14	244.60
01.02.02	REPOSICION DE JUNTAS ASFALTICAS	m	311.10	13.00	4,044.30
01.02.03	REPARACIÓN DE FISURAS LONG. Y TRANS.	m	0.10	2.14	0.21

Fuente: Elaboración propia

COSTO DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

01	PAVIMENTO FLEXIBLE				3,303.05
01.01	MANTENIMIENTO RUTINARIO				1,067.56
01.01.01	LIMPIEZA DE LA CALZADA	m2	685.80	0.72	493.78
01.01.02	CORTE DE LA VEGETACIÓN	m2	685.80	0.48	329.18
01.01.03	REPARACIÓN DE DAÑOS DE LOS PAVIMENTOS	m	114.30	2.14	244.60
01.02	MANTENIMIENTO PERIÓDICO				2,235.49
	REPARACIÓN DE BORDES DE LOS PAVIMENTOS	m	1,143.00	1.74	1,988.82
01.02.01	REPARACIÓN DE DAÑOS DE LOS PAVIMENTOS	m	114.30	2.14	244.60
01.02.03	REPARACIÓN DE FISURAS LONG. Y TRANS.	m	0.10	2.14	0.21
	BACHEO	m	0.20	9.28	1.86

Fuente: Elaboración propia

ANEXOS DEL ENSAYOS DEL LABORATORIO DE SUELOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION
ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

NTP 339.127 / ASTM D2216

TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM				
CALICATA	1	UBICACIÓN	MARIAM- PT02	PROF. (m)	1.50

1	N° DEL RECIPIENTE	1	2	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)	25.8	26.8	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	195.2	159.7	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	181.5	148.7	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g)	13.7	11.0	
6	PESO DEL SUELO SECO (g)	155.7	121.9	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.8	9.0	8.9


Victor Hugo Villanueva Villanueva
INGENIERO EN LA ESPECIALIDAD DE SUELOS
CONCRETO / PAVIMENTOS
N.º 43. 52639




COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Alberto Villanueva Medina
INGENIERO CIVIL
CIP. 95217



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE SUELOS ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM				
CALICATA:	1	UBICACIÓN:	MARIAM-PT02	PROF. (m)	1.50
PESO INICIAL HÚMEDO	1976.509				
% HUMEDAD	8.9				
PESO DE LA HUMEDAD	175.909				
PESO INICIAL SECO	1800.6	PESO RETENIDO (grs.)	% PARCIAL RETENIDO (grs.)	% ACUMULADO	
MALLAS	DIÁMETRO			RETENIDO	QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	0.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	0.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	25.000	87.8	1712.8	4.9	95.1
3/4"	19.000	24.3	1688.5	1.3	93.8
1/2"	12.500	8.5	1680.0	0.5	93.3
3/8"	9.500	2.1	1677.9	0.1	93.2
1/4"	6.250	8.7	1669.2	0.5	92.7
Nº4	4.750	6.6	1662.6	0.4	92.3
Nº10	2.000	46.7	1615.9	2.6	89.7
Nº20	0.850	102.8	1513.1	5.7	84.0
Nº40	0.425	205.2	1307.9	11.4	72.6
Nº60	0.250	68.4	1239.5	3.8	68.8
Nº140	0.106	185.0	1054.5	10.3	58.6
Nº200	0.075	45.0	1009.5	2.5	56.1


Victor Hugo Villanueva Rojas
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTO
R.C.C. - 952177




Colegio de Ingenieros del Peru
Alberto Villanueva Medina
INGENIERO CIVIL
CIP. 952177



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION
ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE SUELOS

TESIS:	"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARJAM, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018"						
CALCATA	1	UBICACIÓN	MARJAM- PTO2	MUESTRA	1	PROF. (m)	1.5

PRUEBA N°		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	1	2
RECIPIENTE N°		15	3	1	1	1-1
NÚMERO DE GOLPES		31	27	15		
1 PESO DEL RECIPIENTE	(g)	25.8	27.07	27.17	5.640	5.710
2 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)	32.113	32.68	34.49	7.500	8.580
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	30.84	31.50	32.28	7.246	8.187
4 PESO DEL AGUA	(g)	1.27	1.18	1.71	0.254	0.393
5 PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.04	4.43	5.61	1.606	2.477
6 CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.26	26.64	30.48	15.816	15.866



LÍMITE LÍQUIDO :	26.5%
LÍMITE PLÁSTICO :	15.8%
ÍNDICE PLÁSTICO :	10.66%


Victor Hugo Villanueva Villanueva
ESPECIALISTA EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS
DE CONCRETO Y PAVIMENTO
CIP. 96217




ALBERTO VILLANUEVA MEDINA
INGENIERO CIVIL
CIP. 96217



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

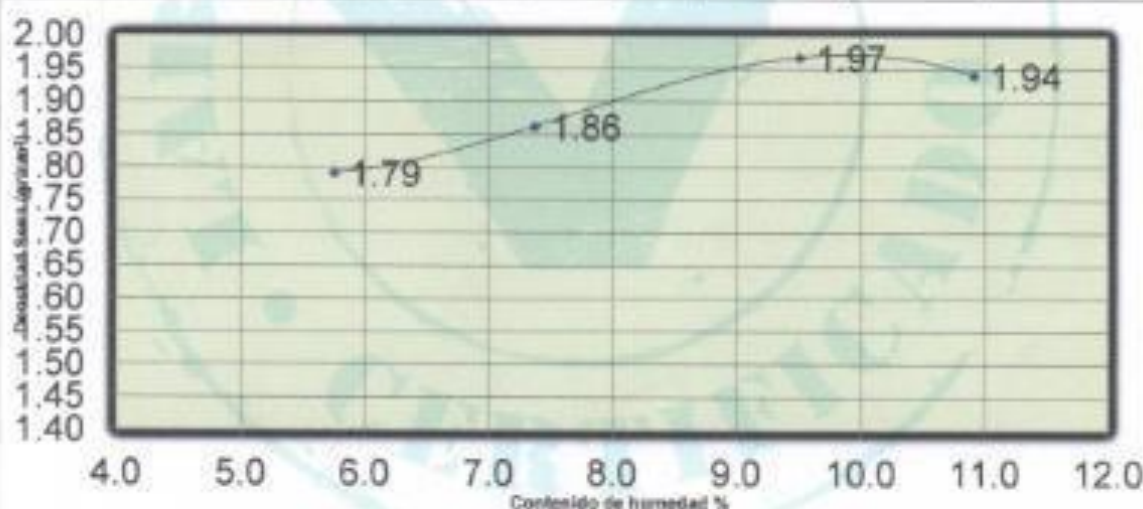
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

ASTM D 1558

ASTM D 1506							
TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM, INDEPENDENCIA, HUABAZ - 2018						
CALICATA	1	UBICACIÓN	MARIAM- PTO2	MUESTRA	1	PROF. (m)	1.5

MOLE	4"	Volumen de Mole (cc)	944.5	Tipo de Mole:	4"	Temperatura Secale (°C)	
CAPAS	5	Repes (N°)	25	Peso de Mole (gr.)	2079	Mostrado:	
ALESTRA	1P	1	2	3	4	5	
PESO SUELO HUMEDO-MOLE	grs.	3864.4	3905.2	4013.3	4011.3	4084.6	
PESO DEL MOLE	grs.	2075.2	2076.2	2077.2	2076.2	2079.2	
PESO DEL SUELO HUMEDO	grs.	1789.200	1829.000	1936.100	1935.100	2005.400	
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	Gra/c.c.	1.894	2.000	2.156	2.353	2.123	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE	1P	1	2	3	4	5	
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA	grs.	89.8	89.2	89.8	86.7	100.8	
PESO SUELO SECO-CAPSULA	grs.	86.3	86.2	85.9	86.5	100.4	
PESO DE LA CAPSULA	grs.	26.7	26.8	26.9	27.4	29.3	
PESO DEL AGUA (8)-(7)	grs.	3.43	2.98	3.51	3.16	9.19	
PESO DEL SUELO SECO (9)-(7)	grs.	59.6	60.4	60.1	59.0	71.1	
HUMEDAD (10)/(9)	%	5.8	7.4	9.5	10.4	12.9	
DENSIDAD DE SUELO SECO (8)/(1)-(12/10)	Gra/c.c.	1.79	1.86	1.97	1.94	1.88	



DENSIDAD MAXIMA = 1.980

HUMEDAD OPTIMA = 9.7



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA		HINCHAMIENTO	LECTURA		HINCHAMIENTO	LECTURA		HINCHAMIENTO
(Hrs)	(Días)	DEFORM.	(mm)		DEFORM.	(mm)		DEFORM.	(mm)	
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
96	4	38.000	38.000	29.92	85.000	85.000	51.15	0.600	59.000	70.08

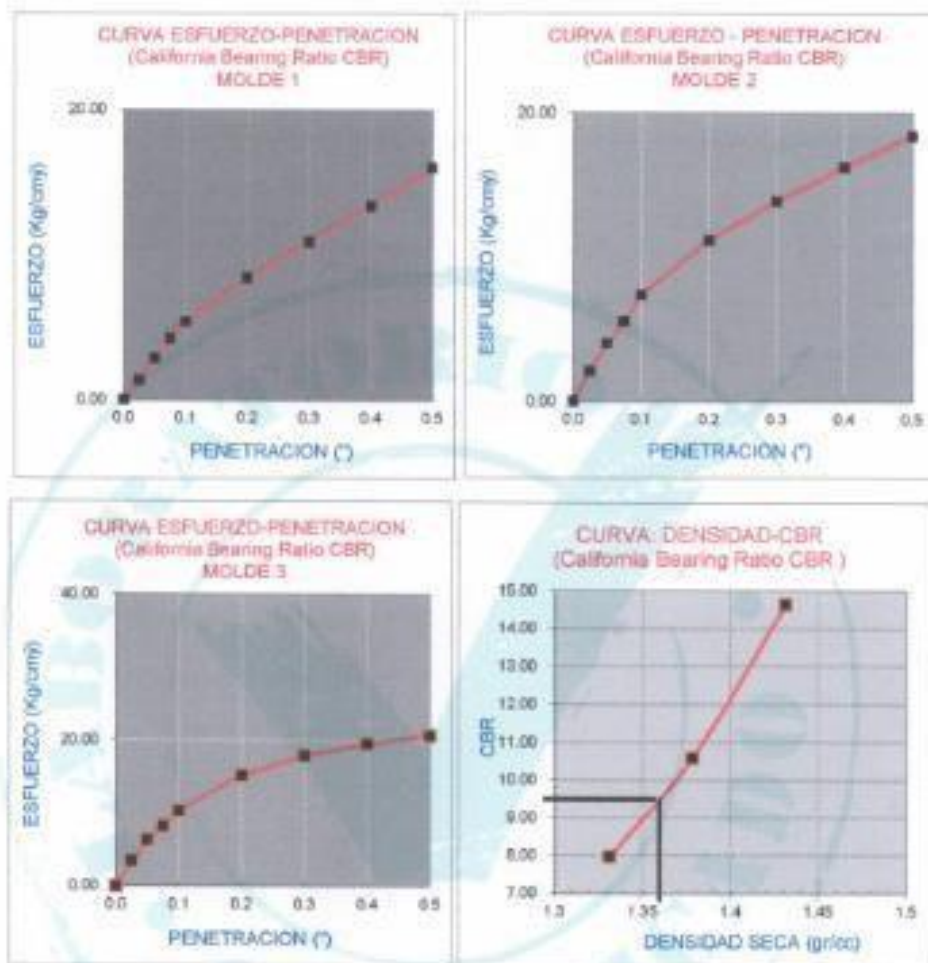
ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 61		MOLDE N° 62		MOLDE N° 63	
		CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
(mm)	(pn/g)						
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	26	1.32	41	2.09	57	3.41
1.27	0.050	96	2.85	70	4.02	124	6.32
1.91	0.075	83	4.23	109	5.55	161	8.20
2.54	0.100	106	5.40	145	7.38	202	10.29
3.18	0.200	165	8.40	219	11.15	297	15.13
3.82	0.300	214	10.90	272	13.85	361	17.89
4.46	0.400	262	13.34	318	16.20	382	19.46
5.10	0.500	314	15.89	362	18.44	409	20.63


Victor Hugo Villanueva Rajardo
INGENIERO DE SUELOS
C.O.P. 36217
H.C.D. 82622




COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Alberto Villanueva Medina
INGENIERO CIVIL
C.O.P. 36217



PENETR.	0.1 (")	0.2 (")
MOLDE 1	5.40	8.80
MOLDE 2	7.38	11.15
MOLDE 3	10.29	15.13

	DENS.	0.1	0.2	CBR
MOLDE 1	1.332	7.68	7.97	7.97
MOLDE 2	1.373	10.58	10.58	10.58
MOLDE 3	1.432	14.63	14.63	14.63

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	14.63%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	9.23%

Victor Hugo Villanueva Medina
ESPECIALISTA EN LABORATORIOS DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
M. 95217



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Alberto Villanueva Medina
INGENIERO CIVIL
C.P. 95217

Página: 2 de 56 Número de palabras: 8421 Text-only Report High Resolution Activado    



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 08
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Mgtr. VICTOR ROLANDO ROJAS SILVA docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Huaraz, revisor (a) de la tesis titulada "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM, INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2018", del (de la) estudiante AZAÑA VELEZ ELIZABETH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 26% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.


El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Huaraz, 12 de Julio del 2018

Mgtr. VICTOR ROLANDO ROJAS SILVA

DNI: 33264718

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo Azaña Velez Elizabeth, identificado con DNI N° 73142264, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM, INDEPENDENCIA, HUARAZ – 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


 FIRMA

DNI: 73142264

FECHA: 16 de Julio del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ELIZABETH AZAÑA VELEZ

INFORME TITULADO:

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA
URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARICAM, INDEPENDENCIA,
HUARAZ - 2018**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: lunes, 16 de julio de 2018

NOTA O MENCIÓN: 15



**ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
DE E.P. DE INGENIERIA CIVIL**